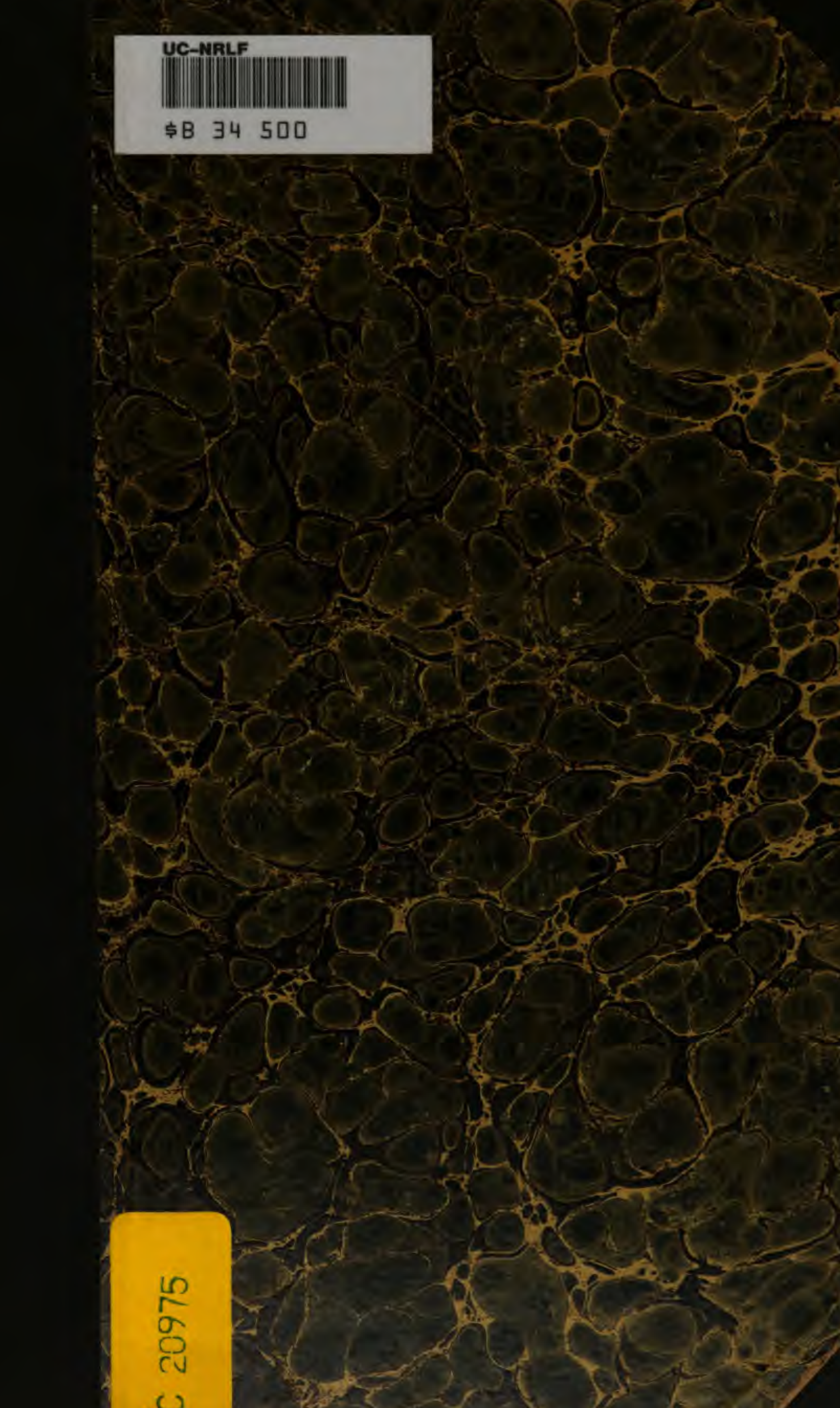
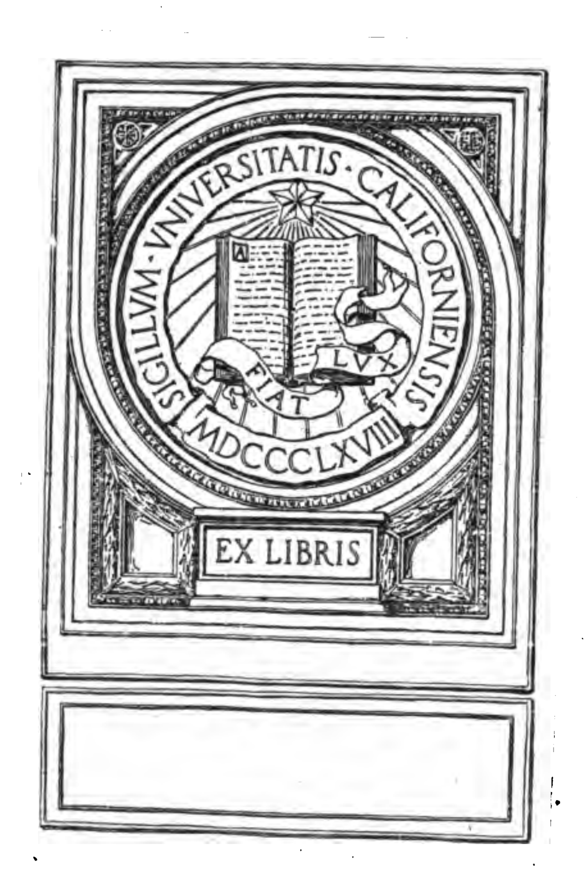
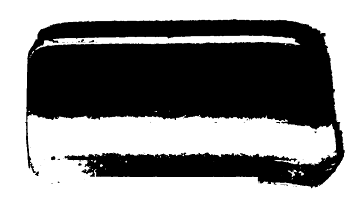

UC-NRLF
$B 34 500
C 20975


SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS



Die

Stickstoffquellen und die Stickstoffdüngung.

Von

Professor Dr. W. Schneidewind,
Vorsteher der agrikultur-chemischen Versuchsstation Halle a. S.



Berlin.
Verlagsbuchhandlung Paul Parey.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstraße 10.
1908.

Vorwort.

Von allen Fragen der Pflanzenernährung ist die Stickstofffrage diejenige, mit welcher man sich in letzter Zeit sowohl wissenschaftlich als technisch am meisten beschäftigt hat. Als Grund hierfür ist nicht nur anzuführen die außerordentliche Wichtigkeit dieser Frage im allgemeinen, sondern es haben hierzu auch die gestiegenen Salpeterpreise beigetragen. Sie waren hauptsächlich mit die Veranlassung, daß man sich der Gründüngung mehr als zuvor zuwandte, daß die Frage der Brache auch für die besseren Bodenarten wieder auftauchte und anderweitige Stickstoffquellen nach Möglichkeit herangezogen wurden. Einen besonderen Ansporn gaben die gestiegenen Salpeterpreise der Produktion von schwefelsaurem Ammoniak und der Nutzbarmachung des atmosphärischen Stickstoffs auf elektrochemischem Wege. Es ist wohl angebracht, einmal die verschiedenen Stickstoffquellen zu beleuchten und die Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung sowie die praktischen Erfahrungen, welche man auf diesem Gebiete gemacht hat, zusammenzufassen, um zu sehen, in welcher Weise die Stickstoffdüngung unter den jetzigen Verhältnissen vorzunehmen ist. Möge dies in vorliegender Schrift geschehen und dieselbe sich als ein brauchbarer Leitfaden für die Praxis erweisen.

Halle a. S., Januar 1908.

Schneidewind.

Inhalt.

A. Allgemeine Betrachtungen über den Stickstoffgewinn und die Stickstoffverluste durch natürliche Vorgänge.

Unsere Ackererde erhält einerseits fortwährend einen Zuwachs an Stickstoff, anderseits erleidet sie fortwährend Stickstoffverluste. Stickstoffgewinn sowohl als Stickstoffverluste sind zum Teil auf chemisch-physikalische, zum Teil auf bakteriologische Prozesse zurückzuführen. Neben diesen Vorgängen findet fortwährend eine Überführung der unlöslichen Stickstoffverbindungen der Ackererde in lösliche: Amide, Ammoniak, Salpeter (Pflanzennahrung) statt, und umgekehrt werden diese löslichen Stickstoffverbindungen zum Teil wieder in unlösliche zurückverwandelt; beides geschieht auf bakteriologischem Wege. Den Stickstoffgewinn nach Möglichkeit zu steigern, die Stickstoffverluste nach Möglichkeit einzuschränken und dann die unlöslichen Stickstoffverbindungen des Ackerbodens zur richtigen Zeit mobil und unseren Kulturpflanzen zugänglich zu machen, das ist eine der wichtigsten Aufgaben des Landwirts.

Der Stickstoffgewinn setzt sich zusammen:

a) aus den Stickstoffmengen, welche dem Boden durch die Niederschläge und Ammoniakabsorption durch den Humus zugeführt werden;

b) aus den Stickstoffmengen, welche gewisse, im Boden freilebende, niedere Organismen aus der Luft zu fixieren vermögen;

c) aus den Stickstoffmengen, welche durch die Knöllchenbakterien unserer Leguminosen aus der Luft festgelegt werden, soweit die erzeugte Pflanzensubstanz der Leguminosen im Ackerboden verbleibt bzw. dieselbe direkt oder indirekt dem Ackerboden einverleibt wird.

Die Stickstoffverluste werden hervorgerufen:

a) durch gewisse bakteriologische Prozesse (Denitrifikationsprozesse und Fäulnisprozesse);

b) durch Ammoniakverdunstung;

c) durch Auswaschen der löslichen bzw. gelösten Stickstoffverbindungen, vorzugsweise des Salpeters.

1. Der Stickstoffgewinn.

a) Der Stickstoffgewinn durch die atmosphärischen Niederschläge und Ammoniakabsorption durch den Humus.

Es ist seit langer Zeit bekannt, daß unsere atmosphärische Luft in kleinen Mengen salpetrigsaures, salpetersaures und kohlensaures Ammoniak enthält, welche durch elektrische Entladungen, Verbrennungen oder Verdunstungsvorgänge entstanden sind und mit den Niederschlägen auf die Erdoberfläche gelangen. Je höher im allgemeinen die Niederschlagsmengen, desto mehr Stickstoff wird auf diese Weise dem Boden zugeführt. Die älteren Untersuchungen über die auf diese Weise dem Ackerboden zufließenden Stickstoffmengen sind nicht einwandfrei. Nach neueren Untersuchungen sind diese Mengen nur gering. Sie betrugen z. B. nach Untersuchungen von Welbel[1]) nur **4,25 kg**, nach Rothamsteder Untersuchungen[2]) im Mittel von 23 Jahren (1870—1893) **5—6 kg Stickstoff auf 1 ha**. Einwandfreie Untersuchungen über die Ammoniakabsorption durch den Humus liegen meines Wissens nicht vor. Jedenfalls sind auch diese Stickstoffmengen nur sehr geringe, so daß alle diese Stickstoffquellen für die jetzige große Praxis als Stickstoffzufuhr eine besondere Bedeutung nicht haben. Dagegen haben sicher die durch die elektrischen Entladungen entstandenen Stickstoffverbindungen eine hohe Bedeutung insofern, als sie wohl die erste Stickstoffquelle waren, aus denen unsere Pflanzen ihren Stickstoffbedarf schöpften, wodurch erst ein Pflanzenwachstum auf der Erde möglich wurde. Sind die auf diese Weise entstehenden Mengen von Stickstoffverbindungen, auf das Jahr berechnet, nur gering, so sind sie hoch, wenn man sie auf Jahrtausende berechnet, so daß jedenfalls ein großer Teil des jetzt auf der Erde vorhandenen Stickstoffs dieser Stickstoffquelle zu verdanken ist.

b) Der Stickstoffgewinn durch im Boden freilebende niedere Organismen.

Eine Vermehrung des Bodenstickstoffs bei Ausschluß von Leguminosen ist schon vor einer längeren Reihe von Jahren beobachtet worden, unter

---

[1]) Biedermanns Zentralblatt 1903. S. 650.

[2]) Bieler, Rothamsteder Versuche 1894.

anderem von Berthelot, Frank und dann von Caron. Seit dieser Zeit hat man verschiedenen Bakterien, Pilzen und Algen die Fähigkeit der Stickstoffassimilation zugeschrieben, ohne aber den tatsächlichen Beweis dafür erbracht zu haben. Bestimmt nachgewiesen ist die Fähigkeit der Stickstoffassimilation bei den sogenannten Clostridiumorganismen durch Winogradsky, bei den blaugrünen Algen (Cyanophyceen) durch Beyerinck, Heinze u. a. und vor allem bei den sogenannten Azotobakterorganismen. Die letzteren sind in ihrer Wirkungsweise sowie in ihren Wachstumsbedingungen von allen stickstoffsammelnden Organismen am besten studiert und spielen jedenfalls auch praktisch die wichtigste Rolle. Eingehende Arbeiten über die Stickstoffassimilation dieser Organismen sind angestellt worden von Beyerinck, Krüger und dem Verfasser, Heinze, Gerlach und Vogel, von Freudenreich, Koch, Hiltner u. a. Die Azotobakterorganismen sind weit verbreitet; man hat sie gefunden in den verschiedensten Ackerböden, Wiesenböden, im Sande der Meeresdünen, im Meerwasser usw. Die ersten Zahlen über eine Stickstoffzunahme an der Hand von Reinkulturen sind von Krüger und dem Verfasser erbracht worden, dann von Gerlach und Vogel, Heinze u. a. Dafür, daß die Azotobakterorganismen fähig sind, ohne feste Stickstoffverbindungen zu leben und den freien Stickstoff der Atmosphäre zu fixieren, mögen folgende Beispiele angeführt werden:

Versuche von Krüger und dem Verfasser[1])
(Reinkulturen).

Menge der Nährflüssigkeit (Traubenzucker + Mineralstoffe)	Stickstoffgehalt der Kulturen nach Ablauf des Versuchs		Zunahme Stickstoff
	steril ungeimpft	geimpft	
100 ccm	0,3 mg	4,9 mg	**4,6 mg**
200 „	0,6 „	7,4 „	**6,8 „**
300 „	0,9 „	9,4 „	**8,5 „**

Die Organismen entwickelten sich üppig in den stickstofffreien Nährlösungen, um so üppiger, um so mehr Zucker ihnen als Kohlenstoffquelle geboten wurde; betrug der Stickstoffgewinn bei 100 ccm Nährlösung 4,6 mg, so betrug er bei 200 ccm 6,8, bei 300 ccm 8,5 mg.

[1]) Landw. Jahrbücher 1900. Band 29. S. 801.

Versuche von Gerlach und Vogel[1]) (Reinkulturen).

Menge der Nährflüssigkeit (Traubenzucker + Mineralstoffe)	Stickstoffgehalt der Kulturen		Zunahme Stickstoff
	vor dem Versuch	nach dem Versuch	
1000 ccm, darin 5 g Traubenzucker steril ungeimpft	1,1 mg	1,1 mg	**0,0 mg**
„ „ „ 1 „ „ **geimpft**	1,1 „	8,5 „	**7,4 „**
„ „ „ 3 „ „ „	1,1 „	18,4 „	**17,3 „**
„ „ „ 5 „ „ „	1,1 „	40,5 „	**39,4 „**
„ „ „ 7 „ „ „	1,1 „	61,0 „	**59,9 „**
„ „ „ 12 „ „ „	1,1 „	129,0 „	**127,9 „**

Diese Versuche zeigen noch besser als die vorigen, in welcher Weise die Stickstoffbindung mit steigender Nährstoffzufuhr (in diesem Falle auch wieder Traubenzucker) zunimmt. Betrug der Stickstoffgewinn bei 1 g Traubenzucker nur 7,4 mg, so betrug derselbe z. B. bei 5 g Traubenzucker 39,4 mg, bei 12 g Traubenzucker 127,9 mg Stickstoff. Die bei diesen Versuchen stattgefundene außerordentlich hohe Stickstoffassimilation ist zum Teil auch mit zurückzuführen auf die große Oberfläche der Nährflüssigkeit, welche den Organismen geboten wurde.

Versuche von Heinze[2]) (Rohkulturen).

Kulturböden	Stickstoffgehalt der Kulturen[3])		Zunahme Stickstoff
	vor dem Versuch	nach dem Versuch	
25 g **Lehmboden** + 200 ccm Nährflüssigkeit	31,9 mg	54,3 mg	**22,4 mg**
25 g **Sandboden** + 200 „ „	14,5 „	48,5 „	**34,0 „**

Es sind demnach auch hier bei Benutzung von Böden ganz erhebliche Stickstoffzunahmen festgestellt worden; sie betrugen im vorliegenden Falle beim Lehmboden 70 %, beim Sandboden sogar 234 % der zu Anfang vorhandenen Stickstoffmengen.

Zahlreiche ähnliche Versuche liegen noch vor, aus welch allen hervorgeht, daß unter geeigneten Bedingungen eine ganz erhebliche Stickstoffzunahme im Boden oder anderen Nährböden erzielt werden kann. So steht es denn unzweifelhaft fest, daß wir in unseren Ackerböden

[1]) Zentralblatt für Bakteriologie 1902.

[2]) B. Heinze, Über die Stickstoffassimilation durch niedere Organismen. Landw. Jahrbücher und Arbeiten der agr.-chem. Versuchsstation Halle a. S. 1906.

[3]) Mittel von zwei genau übereinstimmenden Versuchen.

mit solchen Organismen rechnen können, die unter geeigneten Lebensbedingungen den freien Stickstoff der Atmosphäre zu fixieren und unsere Böden an Stickstoff anzureichern vermögen.

Welches sind nun die Lebensbedingungen für diese Organismen? Sie gebrauchen:

1. eine feste Kohlenstoffquelle, da sie nicht wie unsere höheren Pflanzen imstande sind, die Kohlensäure der Atmosphäre zu assimilieren. In Reinkulturen können sie als Kohlenstoffquelle ausnutzen: verschiedene Zuckerarten, Glykogen, Stärke, Mannit, Pektinstoffe und ähnliche Stoffe; in Rohkulturen, so wie solche in unseren Ackerböden in Frage kommen, auch andere Stoffe, wie Humusstoffe, Pentosane, Wurzeln, Stengel, Blätter usw. Die letzteren Stoffe bilden für sie die natürliche Kohlenstoffquelle in unserem Ackerboden;

2. die erforderlichen Mineralstoffe. Ebenso wie die höheren Pflanzen können auch sie nicht ohne Mineralstoffe leben. Als sehr wichtig hat sich die Phosphorsäure erwiesen; die geeignetsten Formen der Phosphorsäure sind nach Versuchen von Heinze das zwei- und dreibasische Kalisalz und das zweibasische Kalksalz (Präzipitat), in das bekanntlich unser Superphosphat im Boden bald übergeht. Wie wichtig die Phosphorsäure ist, möge ein Beispiel[1]) zeigen:

25 g Lehmboden + 100 ccm Nährflüssigkeit	Stickstoffgehalt der Kulturen		Zunahme Stickstoff
	zu Anfang des Versuchs	am Ende des Versuchs	
Ohne Phosphorsäure	29,2 mg	30,2 mg	**1,0 mg**
Mit „	29,2 „	45,0 „	**15,8 „**

War die Stickstoffzunahme ohne Phosphorsäure (Rohkulturen) so gut wie Null, so betrug dieselbe mit Phosphorsäure über 50 % des zu Anfang vorhandenen Stickstoffs.

Eine sehr wichtige Rolle spielt auch der Kalk, wie folgender Versuch mit Rohkulturen von Heinze[1]) zeigt. Es enthielten:

12,5 g Lehmboden + 100 ccm Nährflüssigkeit	Stickstoffgehalt der Kulturen		Zunahme Stickstoff
	zu Anfang des Versuchs	am Ende des Versuchs	
1,0 % kohlensaurer Kalk	14,0 mg	50,9 mg	**36,9 mg**
2,5 „ „ „	14,0 „	57,7 „	**43,7 „**
5,0 „ „ „	14,0 „	63,6 „	**49,6 „**
10,0 „ „ „	14,0 „	64,8 „	**50,8 „**

[1]) Landw. Jahrbücher und Arbeiten der agr.-chem. Versuchsstation Halle a. S. 1906.

Es wurden demnach hier ganz gewaltige Stickstoffzunahmen konstatiert, welche bei den höheren Kalkgaben bis zu 360 % des zu Anfang vorhandenen Stickstoffgehalts aufstiegen;

3. eine zweckmäßige Durchlüftung. Die Azotobakterorganismen kommen immer zahlreich und gut entwickelt in Brachböden vor. Da in einem gebrachten Boden die beste Durchlüftung stattfindet, so steht es wohl fest, daß durch alle Bodenbearbeitungen, durch welche eine Durchlüftung erzielt wird, die Entwicklung dieser Organismen gesteigert und damit der Stickstoffgewinn erhöht werden kann (siehe Brache);

4. eine entsprechende Temperatur. Nach Versuchen von Heinze erfolgt die Entwicklung der Azotobakterorganismen am besten bei Temperaturen zwischen 20 und 30° C; indessen kann man Vegetationen auch noch ganz gut bei 8—10° C erhalten, nur geht alsdann die Entwicklung viel langsamer vor sich.

Soweit die wissenschaftlichen Untersuchungen. Was haben wir nun von diesen nützlichen Organismen in der großen Praxis zu erwarten, erfährt auch dort unser Boden durch diese Stickstoffquellen eine nennenswerte Stickstoffzunahme?

Würde draußen auf dem Felde eine derartige Stickstoffzunahme stattfinden, wie man sie bei den verschiedenen Laboratoriumsversuchen festgestellt hat, so wäre es nicht schwer, eine solche auch analytisch für das freie Feld nachzuweisen. Da wir aber dort mit so hohen Stickstoffzunahmen nicht zu rechnen haben und neben einem Stickstoffgewinn auch immer Stickstoffverluste stattfinden, so kann uns eine chemische Analyse über jene Vorgänge in der Natur von heute auf morgen einen Aufschluß nicht geben. Hätte man vor Jahrzehnten von jenen nützlichen Vorgängen Kenntnis gehabt, so würde man damals die notwendigen Stickstoffanalysen ausgeführt und den Stickstoffgehalt verschieden behandelter Böden im Laufe der Zeit analytisch verfolgt haben und das bei Benutzung von Lysimetern, um wenigstens nebenher diejenigen Stickstoffverluste festzustellen, welche der Boden durch die Sickerwässer erfährt. Wäre dieser Weg vor Jahrzehnten beschritten worden, so würde man vielleicht jetzt im Besitz greifbarer, zuverlässiger Zahlen sein. Jetzt muß das Versäumte nachgeholt und mit den betreffenden Stickstoffanalysen begonnen werden. Es sind nun zwar durch die bakteriologische Abteilung der Versuchsstation Halle (speziell von Krüger und Heinze) im gebrachten Boden erhebliche Stickstoffzunahmen gefunden worden, wir wollen aber von diesen Zahlen vorläufig keinen Gebrauch machen, da die Bestimmungen, wie die beiden Herren selbst zugeben, nicht zuverlässig waren. So leicht und sicher Salpeterbestimmungen in den Böden auszuführen sind, so unzuverlässig sind die Gesamtstickstoff-

bestimmungen. Zur Feststellung des im Boden vorhandenen Salpeters kann man von großen Bodenmengen (10 kg) ausgehen, welche man einfach mit Wasser ausschüttelt, worauf dann in einem größeren Teil der Flüssigkeit eine Salpeterbestimmung ausgeführt wird. Diese Methode gibt vollständig sichere Zahlen. Anders steht es mit der Gesamtstickstoffbestimmung, bei welcher nur geringe Mengen von Boden zur Anwendung kommen können.

Man hat nun auf andere, indirekte Art und Weise den durch jene Organismen erzielten Stickstoffgewinn zu beweisen versucht. Einen derartigen Beweis tritt J. Kühn[1]) an, der die Tatsache, daß die Erträge auf Parzellen, welche nie eine Stickstoffdüngung erhielten, gleichblieben, auf die stickstoffsammelnde Tätigkeit jener Organismen zurückführt. J. Kühn hat bei seiner Einfelderwirtschaft, wo seit mehr als 25 Jahren Roggen auf Roggen folgt, auf Parzellen, welche in dieser Zeit nie eine Stickstoffdüngung erhielten, folgende Erträge auf 1 ha zu verzeichnen.

	1879		1894/98 (Durchschnitt)	
	Körner dz	Stroh dz	Körner dz	Stroh dz
Ungedüngt	18,20	24,90	19,74	39,14
Stickstofffreie Düngung	17,70	25,20	19,76	43,63

Die Erträge sind also in den 20 Jahren nicht zurückgegangen, sie haben sogar eine Steigerung, besonders in der Strohproduktion, erfahren. J. Kühn sagt nun, die Erträge hätten zurückgehen müssen, wenn nicht eine besondere Stickstoffquelle existierte, die er in der stickstoffsammelnden Tätigkeit freilebender Organismen sucht, welch letztere denn auch Krüger in dem Boden jenes Versuchsfeldes nachgewiesen hat. Hiergegen wendet sich Th. Pfeiffer[2]), indem er an der Hand von Rechnungen und Rothamsteder Versuchen den Beweis zu erbringen versucht, daß man es im vorliegenden Falle wohl mehr mit einem Raubbau zu tun hätte; anzunehmen sei, daß die Roggenernten ihren Stickstoffbedarf dem Bodenkapital entnommen hätten.

Daß die betreffenden Organismen praktisch auch eine gewisse Bedeutung haben, geht wohl aus den angestellten wissenschaftlichen Untersuchungen hervor und aus der allgemeinen Tatsache, daß niedere Organismen da, wo sie sich in gut entwickeltem Zustande vorfinden, auch die ihnen eigne Wirkung ausüben.

Daß anderseits aber viele unserer Kulturböden mit ihrem Stickstoffkapital auf lange Zeit für mäßige Ernten den Stickstoff zu liefern

---

[1]) Fühlings landw. Zeitung 1901.

[2]) Th. Pfeiffer, Stickstoffsammelnde Bakterien, Brache und Raubbau.

vermögen, geht aus folgender Rechnung hervor: Nehmen wir an, daß der Boden 0,1 % Stickstoff enthält — das trifft ungefähr für den Boden des Versuchsfeldes des Hallenser landwirtschaftlichen Instituts zu —, die Pflanzen auf 30 cm Bodentiefe den Stickstoff entnehmen und 1 cbm Boden 1500 kg wiegt, so sind pro Hektar vorhanden: 4500000 kg Boden mit 0,1 % Stickstoff = 4500 kg Stickstoff. Bei den Kühnschen Versuchen sind durch den Roggen pro Jahr dem Boden entzogen worden: 29,24 kg Stickstoff, das macht auf 20 Jahre rund 585 kg Stickstoff, so daß von 4500 kg Stickstoff noch beinahe 4000 kg verbleiben würden. Es sind also derartige Kulturböden auf lange Zeit imstande, den Stickstoff für mäßige Ernten zu liefern. Ein ähnliches Gleichbleiben von Erträgen wie bei den Kühnschen Versuchen konnte auch auf den nicht mit Stickstoff gedüngten Parzellen der Versuchswirtschaft Lauchstädt konstatiert werden. Die betreffende Fruchtfolge lautet hier: Rüben, Gerste, Kartoffeln, Weizen und ist so angelegt, daß in jedem Jahre sämtliche vier Früchte vertreten sind. **Auf den nicht mit Stickstoff gedüngten Parzellen** wurden hier folgende Erträge erzielt:

Zuckerrüben.

	Ertrag dz auf 1 ha Rüben	Kraut	Stickstoff kg auf 1 ha
1897	340,6	—	—
1898	364,4	220,7	107,58
1899	372,7	169,9	100,88
1900	365,8	183,0	119,46
1901	380,9	177,8	117,77
1902	332,6	183,5	101,36
1903 [1])	(Krankheitserscheinungen)		—
Mittel	**359,5**	**187,2**	**109,40**

Weizen.

	Körner	Stroh	Stickstoff
1897	28,36	46,95	48,90
1898	33,48	57,29	67,16
1899	29,84	49,63	55,57
1900	30,54	61,12	65,98
1901	24,63	46,79	60,80
1902	29,38	48,74	54,59
1903 [1])	32,10	55,25	59,86
Mittel	**29,76**	**52,25**	**58,98**

[1]) 1904 mußten diese Parzellen leider verlegt werden, so daß Zahlen nach 1903 in dieser Reihe nicht vorliegen.

Es sind also die Erträge auch auf diesen Parzellen, welche 7 Jahre lang keine Stickstoffdüngung erhielten, nicht zurückgegangen. Es wurden ohne jede Stickstoffdüngung im Mittel auf 1 ha geerntet: **359,5 dz Zuckerrüben und 29,76 dz Weizenkörner** (pro Morgen rund 180 Ztr. Zuckerrüben und 15 Ztr. Weizenkörner). Auch bei der Gerste und den Kartoffeln konnte ein Zurückgehen der Erträge auf diesen Parzellen nicht konstatiert werden. Sehr gleichmäßig gestalten sich auch, wie die Zahlen zeigen, die pro Jahr dem Boden entzogenen Stickstoffmengen. Es wurden durch die Zuckerrüben dem Boden 109,41, durch den Weizen 58,98 kg Stickstoff entzogen.

Stellen wir die für die sämtlichen vier Früchte gewonnenen Mittelzahlen zusammen, so erhalten wir folgendes Bild:

	Körner bzw. Wurzeln oder Knollen dz	Stroh bzw. Kraut dz	Stickstoff in der Ernte kg
Weizen nach Kartoffeln . .	29,76	52,25	58,98
Gerste nach Zuckerrüben . .	23,45	29,42	41,16
Zuckerrüben nach Weizen .	359,50	187,20	109,41
Kartoffeln nach Gerste . .	225,90	—	62,05
Mittel	—	—	**67,90**

Demnach wurden bei dieser Fruchtfolge im Mittel auf 1 ha dem Boden entzogen: **67,90 kg Stickstoff, gegenüber 29,24 kg** bei der Kühnschen Einfelderwirtschaft. Würde man als Grund für das Gleichbleiben der Erträge in beiden Fällen die stickstoffsammelnde Tätigkeit der Bodenorganismen ansehen, so müßten diese alljährlich auf dem Lauchstädter Boden eine weit größere (eine 2—3 mal so hohe) Stickstoffmenge assimilieren als auf dem Boden des landwirtschaftlichen Versuchsfeldes der Universität Halle. Das ist natürlich ganz unwahrscheinlich, sondern wohl sicher anzunehmen, daß der fruchtbarere Lauchstädter Boden eine weit größere Menge von seinem Stickstoffkapital hergegeben hat als der Boden des landwirtschaftlichen Instituts. In diesem Sinne habe ich mich bereits im V. Bericht der Versuchswirtschaft Lauchstädt (1904) geäußert. Es heißt dort: „Wir müssen demnach annehmen, daß bei gleichmäßiger Bearbeitung des Bodens, wie sie bei uns stattfand, die Salpeterbildung in unserem Boden ziemlich gleichmäßig verläuft, so daß unseren Kulturpflanzen vorderhand alljährlich eine ziemlich gleichmäßig fließende Stickstoffquelle zur Verfügung steht. Nebenbei findet eine Stickstoffassimilation durch im Boden freilebende Bakterien statt, wodurch ein teilweiser Ersatz der entzogenen Stickstoffmengen stattfindet."

Pfeiffer[1]) führt nun auch Rothamsteder Versuche an, aus deren Ergebnis man schließen muß, daß dort bei dauernder Unterlassung einer Stickstoffdüngung Raubbau stattgefunden hat. Es mögen auch hier einige jener Versuchsergebnisse angeführt werden:

Es betrugen die Ernten:

Parzellen:		Weizen		Gerste	
		Körner dz	Stroh dz	Körner dz	Stroh dz
Ungedüngt	**Durchschnitt der ersten 21 Jahre**	**9,25**	**15,23**	**11,47**	**14,49**
	„ der folgenden 21 Jahre	**7,41**	**10,52**	**7,70**	**8,64**
Stickstofffreie Mineraldüngung	**Durchschnitt der ersten 21 Jahre**	**11,07**	**18,68**	**16,11**	**17,75**
	„ der folgenden 21 Jahre	**8,55**	**11,93**	**10,20**	**10,67**

Hier hat also im Laufe jener langen Periode ein deutlicher Ernterückgang stattgefunden. Es wurden auf den stickstofffreien Mineralparzellen in den späteren 21 Jahren im Mittel 2,52 dz Weizenkörner und 6,75 dz Weizenstroh, 5,91 dz Gerstenkörner und 7,08 dz Gerstenstroh weniger geerntet als in den ersten 21 Jahren. Diese nicht unerhebliche Abnahme der Erträge spricht entschieden für ein teilweises Aufzehren des Bodenkapitals. Hierfür sprechen auch die in Rothamsted ausgeführten Lysimeteruntersuchungen. Betrugen die Stickstoffverluste bei unbebautem Boden in den 8 Jahren 1877/78—1884/85 im Mittel pro Jahr auf ca. 50 cm Bodentiefe **45,3 kg**, so betrugen sie in den darauf folgenden Jahren 1885/86—1892/93 nur **33,3 kg Stickstoff** auf 1 ha. Um so niedriger der Kulturzustand, um so geringer der Stickstoffgehalt des Bodens, um so weniger Stickstoff wird naturgemäß der Boden den Pflanzen zu liefern vermögen; um so höher der Kulturzustand, um so höher der Stickstoffgehalt des Bodens, um so mehr Stickstoff wird den Pflanzen geliefert werden können. Der Verfasser ist überzeugt, daß der Lauchstädter Boden bei seinem vorzüglichen Kulturzustande jene 60—70 kg Stickstoff, welche er jetzt jährlich auf 1 ha den Pflanzen zu liefern vermochte, noch auf lange Jahre liefern wird, so daß eine merkliche Abnahme der Erträge auf den nicht mit Stickstoff gedüngten Parzellen vorderhand sich nicht bemerkbar machen wird. Die hohen und sicheren Ernten, wie sie an manchen Strichen unseres Vaterlandes, so z. B. in der bekannten

[1]) Th. Pfeiffer, Stickstoffsammelnde Bakterien, Brache und Raubbau. Verlag von Paul Parey, 1904.

Magdeburger Börde gemacht werden, sind zumeist zurückzuführen auf die sehr hohen und häufigen Stallmistdüngungen früherer Jahre. Der aus dem Stallmist entstandene Humus stellt eine langsam fließende Stickstoffquelle vor; wir treiben dort sicher, wenn wir eine Stickstoffdüngung unterlassen, Raubbau. Damit soll aber nicht gesagt sein, daß wir bei Unterlassung einer Stickstoffdüngung unter allen Verhältnissen Raubbau treiben. Es gibt vielleicht Verhältnisse, wo der Stickstoffgewinn ebenso groß ist als die durch die Ernte und die durch anderweitige Prozesse entstehenden Stickstoffverluste. Da Bodenanalysen nicht vorliegen, so läßt sich Bestimmtes nicht sagen. Sicher ist wohl anzunehmen, daß bei einer gleichmäßigen Bodenbearbeitung auch alljährlich eine gleichmäßige Salpeterbildung auf Kosten des vorhandenen Bodenstickstoffs stattfindet. Wieviel die stickstoffsammelnden Bodenorganismen an Stickstoff zuschießen, läßt sich nicht sagen. Es wird auch der Effekt der Stickstoffassimilation von Höhe und Art der Kohlenstoffquelle (Humussubstanzen, Wurzelrückstände usw.) abhängig sein, welche in den verschiedenen Böden ganz verschieden ist. Es liegt kein Grund vor, den stickstoffassimilierenden Organismen ihre nutzbringende Tätigkeit abzusprechen. Wird diese auch von den meisten Bakteriologen überschätzt, so wird es sich doch lohnen, Maßnahmen zu treffen, durch welche jene nutzbringenden Organismen gefördert werden.

In welcher Weise könnte dies geschehen?

1. Durch Zufuhr von organischen Nährstoffen, z. B. kleineren Mengen von Zucker. Eine solche wird praktisch nicht in Frage kommen, da die betreffenden Organismen geeignete Kohlenstoffquellen (Humussubstanzen, Wurzeln, andere Pflanzenrückstände usw.) im Ackerboden vorfinden.

2. Durch Zufuhr von Mineralstoffen. Auch diese werden im Ackerboden zumeist in einer für die Lebenstätigkeit jener Organismen ausreichenden Menge vorhanden sein. Nicht ausgeschlossen ist es, daß eine Zuführung von Phosphorsäure in geeigneter Form (am besten Präzipitat) zu der Zeit, wo der Acker umgebrochen und unbestellt daliegt, Erfolge bringt. Versuche nach dieser Richtung sind in Angriff genommen worden.

3. Eine zweckmäßige Bodenbearbeitung, durch welche die für die Organismen notwendige Durchlüftung des Bodens geschaffen wird. Nach dieser Richtung ist vielleicht noch manches besser zu machen.

Daß von den betreffenden Organismen (speziell Azotobakter) nicht nur Stickstoff fixiert wird, sondern daß dieser Stickstoff auch wirksam ist, zeigt z. B. folgender Vegetationsversuch:

Es wurde geerntet:

Düngung	Ernte Senf (trocken) g
Ohne Stickstoff	10,4
0,3 g N (Salpeter) . . .	25,4
0,3 g N (Azotobaktereiweiß)	14,3
0,9 g N „	22,8

Wie aus diesen und anderen Versuchen hervorgeht, hat man im Azotobaktereiweiß eine etwas langsam sich umsetzende, aber doch deutlich wirksame Stickstoffform vor sich.

Wie hoch der durch diese Organismen im freien Felde zu erzielende Stickstoffgewinn ist, das müssen, wie schon gesagt, chemische Bodenanalysen zeigen, die bei verschieden behandelten Böden in längeren Zeiträumen auszuführen sind, wobei dann auch die Stickstoffverluste, soweit dies möglich, in Rechnung zu setzen sind. Wir werden gut tun, diese Stickstoffquelle nicht zu überschätzen, wir haben aber auch keinen Grund, ihre Existenz und ihren Nutzen in Zweifel zu ziehen. Jedenfalls haben wir einen Teil der auf der Erdoberfläche vorhandenen festen Stickstoffverbindungen der Tätigkeit dieser Organismen zu verdanken.

c) Der Stickstoffgewinn durch die Leguminosen.

Die Leguminosen sind als bodenbereichernde Pflanzen seit alters her bekannt. Auch sind wir über die Art der Stickstoffassimilation durch die späteren epochemachenden Arbeiten Hellriegels auf das genaueste aufgeklärt worden. Die in den Leguminosen aufgespeicherten Stickstoffmengen stammen zum Teil aus dem Boden, zum Teil aus der Luft. Je weniger assimilierbaren Stickstoff ein Boden enthält, desto mehr Stickstoff pflegen im allgemeinen die Leguminosen der Luft zu entnehmen, vorausgesetzt, daß sonst geeignete Wachstumsbedingungen für sie vorhanden sind. Die Entwicklung der Wurzelknöllchen, welche bekanntlich der Sitz der stickstoffassimilierenden Bakterien sind, bilden hierfür einen Maßstab.

Einige Beispiele über die in den Leguminosen enthaltenen Stickstoffmengen. Es waren z. B. enthalten:

Lehmboden (Versuchswirtschaft Lauchstädt):

	Oberirdische Masse
Luzerne, Mittel von 3 Jahren (2 bzw. 3 Schnitte)	234,04 kg Stickstoff.

Dazu kommt noch der Stickstoff der Wurzelrückstände, welcher ein sehr hoher ist.

Von Weiske und Werner[1]) wurden z. B. folgende Zahlen ermittelt:

	Unterirdische Masse
Luzerne (4jährig) in Bodenschichten bis 26 cm .	152,6 kg Stickstoff
Rotklee (1jährig) „ „ „ 26 „ .	214,6 „ „
Esparsette (3jährig) „ „ „ 26 „ .	138,0 „ „

Nach Untersuchungen von Orth waren bei einer 3jährigen Luzerne auf 1 ha enthalten:

In Bodenschichten	Unterirdische Masse
bis 0,25 m	186,00 kg Stickstoff
0,25—0,50 „	39,76 „ „
0,5 —1,0 „	35,00 „ „
1,0 —1,5 „	25,52 „ „
1,5 —2,0 „	19,28 „ „
2,0 —2,5 „	9,16 „ „
2,5 —3,0 „	1,28 „ „
	Sa. 316,00 kg Stickstoff.

Lehmboden (Versuchswirtschaft Lauchstädt):

	Ober- und unterirdische Masse
Serradella nach mehrjährigem Anbau, Hauptfrucht	217—229 kg Stickstoff
Lupinen nach Serradella, Hauptfrucht . . .	202—226 „ „
Erbsen, Bohnen, Wicken, bei bestem Bestande, Stoppelsaat	116—151 „ „
Gelbklee, bei bestem Bestande, Untersaat . .	112—145 „ „

Lehmboden (nach Versuchen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft):

	Oberirdische Masse
Gemenge, Stoppelsaat	135 kg Stickstoff

Sandboden (nach Schultz-Lupitz):

	Ober- und unterirdische Masse
Lathyrus, Hauptfrucht	174,86 kg Stickstoff
Erbsen, „	222,74 „ „

[1]) Handbuch des Futterbaues auf dem Ackerboden, Berlin 1889. Rümker, „Über Fruchtfolge". Verlag von Paul Parey 1906.

Sandboden (Fortsetzung):

	Ober- und unterirdische Masse
Lupinen, weiße, Hauptfrucht	182,57 kg Stickstoff
„ blaue, „	190,85 „ „
„ gelbe, „	142,83 „ „
Serradella, Zwischenfrucht	120,51 „ „
Lupinen, gelbe, „	179,10 „ „

Sandboden (nach Versuchen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft):

	Oberirdische Masse
Lupinen, gelbe, Hauptfrucht	195,3 kg Stickstoff
Verschiedene Stoppel- und Untersaaten Mittel von sieben 2jährigen Versuchen	137,0 „ „

Sandboden (nach Versuchen von Baeßler-Köslin):

	Ober- und unterirdische Masse
Serradella, Zwischenfrucht	155 kg Stickstoff
Lupinen, gelbe, „	208 „ „

Danach werden pro Jahr und Hektar durch Luzerne und Klee bei üppigem Wachstum, einschließlich Wurzeln, bis 400 kg Stickstoff und darüber, durch Gründüngungspflanzen, wie Erbsen, Bohnen, Wicken, Lupinen, Serradella, Gelbklee usw., bei gutem Bestande 120—150, bei bestem Bestande über 200 kg Stickstoff aufgespeichert. Nehmen wir nach Remy[1]) an, daß in Deutschland 5 Millionen Hektar mit Leguminosen bebaut werden, die Pflanzen pro Hektar nur 100 kg Stickstoff enthalten, und von diesen 100 kg Stickstoff die Hälfte der atmosphärischen Luft entstammt, so würde sich durch den Anbau von Leguminosen für Deutschland ein jährlicher Stickstoffgewinn von 2,5 Millionen Doppelzentner (5 Millionen Zentner) ergeben, eine Stickstoffmenge, wie sie in rund 30 Millionen Zentnern Chilesalpeter, d. h. ungefähr der dreifachen Menge des jährlich in Deutschland konsumierten Chilesalpeters vorhanden ist.

Enthält ein Boden nicht die betreffenden Formen der Bakterien, welche für die Entwicklung der einzelnen Leguminosen notwendig sind, so wird eine Impfung von Erfolg begleitet sein. Eine solche Impfung kann bekanntlich vorgenommen werden mit Boden, einem Felde entnommen, auf welchem die betreffenden Leguminosen gut gedeihen oder mit Bakterienreinkulturen, von welch letzteren wohl entschieden die Hiltnerschen die wirksamsten sind. Ein durch-

---

[1]) Zentralblatt für Bakteriologie 1907. S. 456.

schlagender Erfolg derartiger Impfungen ist meistens nur da zu erwarten, wo der Boden die betreffenden Leguminosen noch nie oder viele Jahre nicht getragen hat. Hierfür können zahlreiche Beispiele angeführt werden. Es möge ein Beispiel aus der Lauchstädter Versuchstätigkeit herangezogen werden, an welches gleich andere Betrachtungen angeknüpft werden sollen.

Es wird seit einigen Jahren in Lauchstädt als Gründüngung auch die Serradella angebaut, welche vorher auf dem dortigen Boden nie angebaut wurde. An Gründüngungsmasse und Stickstoff wurden im ersten Jahr gewonnen:

	Frische Masse dz auf 1 ha	**Stickstoff kg auf 1 ha**
Serradella (Untersaat), **nicht geimpft**	27,0	**18,80**
„ „ **geimpft mit Hiltnerschem Nitragin**	72,5	**57,81**

Der Erfolg der Impfung war in diesem Falle ein durchschlagender; es wurde infolge der Impfung beinahe die dreifache Menge an Pflanzensubstanz mit dreifacher Stickstoffmenge gewonnen. Während die nicht geimpfte Serradella eine gelbliche Farbe und keine Knöllchen zeigte, zeichnete sich die geimpfte durch eine frischgrüne Farbe und reichlichen Knöllchenansatz aus. Der Grund für diesen Erfolg der Impfung war einfach der, daß infolge des bisherigen Nichtanbaues der Serradella die betreffende Form der Bakterien im Boden fehlte.

Das gleiche, sogar im Laufe der Zeit mehr, erreicht man aber auch von selbst durch einen fortgesetzten Anbau einer solchen Leguminosenart. Auf einem Stück Land, welches im zweiten Jahr Serradella trägt, zeigt die Serradella schon eine ganz andere Entwicklung als im ersten Jahre; noch mehr prägt sich dies im dritten Jahre aus. Ein Beispiel hierfür aus der Lauchstädter Versuchstätigkeit: Es wurden pro Hektar geerntet:

Serradella, Hauptfrucht 1907.

	Ober- und unterirdische Masse		
	Frische Substanz dz	Trockensubstanz dz	**Stickstoff kg**
Versuch a:			
Serradella 1. Jahr	151,6	29,0	**52,0**
„ 3. „	461,2	70,7	**217,0**
Versuch b:			
Serradella nach Hafer	284,8	42,7	**85,0**
„ „ Bohnen	225,9	36,6	**74,0**
„ „ Serradella	490,2	71,5	**229,0**

Es wurde also auf der Parzelle, die im dritten Jahre Serradella trug, die dreifache Menge an Substanz mit der vierfachen Stickstoffmenge geerntet. Interessant war der prozentische Stickstoffgehalt der Wurzeln. Während die Wurzeltrockensubstanz auf der Parzelle, welche im ersten Jahre Serradella trug, nur 1,32 % Stickstoff enthielt, wies die Wurzeltrockensubstanz der Serradella auf der Parzelle, welche im dritten Jahre Serradella trug, 3,44 % Stickstoff auf. Die von Jahr zu Jahr vermehrte Knöllchenentwicklung, welche bei diesen Versuchen festgestellt wurde, ist ein Zeichen dafür, daß die betreffenden Knöllchenbakterien im Boden bereits vorhanden sind und sich der betreffenden, noch nicht angebauten Leguminosenart, in diesem Falle der Serradella, nur anzupassen haben. Führten wir solche Versuche in Vegetationsgefäßen aus, so sahen wir die Serradella, welche auch hier im ersten Jahre fast gar keine Entwicklung zeigte, im zweiten oder dritten Jahre Topf für Topf plötzlich ergrünen und sich in üppigster Weise entwickeln. Da andere Serradella in der Nähe nicht vorhanden war, so konnte es sich wohl nicht um seine spontane Infektion handeln, sondern es ist wohl der plötzliche Umschlag nur in einer eingetretenen Anpassung der betreffenden Bakterien zu suchen.

Sehr interessante und praktisch wichtige Erfahrungen wurden auch mit der Lupine auf dem Lauchstädter Boden gemacht. Auf Versuchsflächen, welche 1905 Nichtleguminosen getragen hatten, wurden 1906 nebeneinander Erbsen, Serradella, Senf und Kartoffeln angebaut. Auf diese Früchte folgten 1907 blaue Lupinen. Die auf Erbsen, Senf und Kartoffeln folgenden Lupinen standen nicht gerade schlecht, zeigten aber eine gelblich-grüne Farbe und keinen Knöllchenansatz, ein Zeichen dafür, daß sie sich nur vom Bodenstickstoff ernährten. Ganz gewaltig entwickelten sich die auf die Serradella folgenden Lupinen, die sich durch eine dunkelgrüne Farbe und einen reichlichen Knöllchenansatz auszeichneten.

Das Ergebnis war das folgende:

Lupinen, Hauptfrucht 1907.

	Ober- und unterirdische Masse		
	Frische Substanz dz	Trockensubstanz dz	**Stickstoff kg**
Versuch a:			
Lupinen nach Senf	335,3	56,9	**112,0**
„ „ Serradella . .	542,3	95,2	**226,0**
Versuch b:			
Lupinen nach Kartoffeln . .	391,6	55,5	**96,5**
„ „ Erbsen . . .	322,0	49,4	**75,0**
„ „ Serradella . .	508,0	75,9	**202,0**

Die nach Serradella angebauten Lupinen lieferten demnach über doppelt so viel Stickstoff auf 1 ha als die nach Erbsen oder Nichtleguminosen angebauten. Serradella- und Lupinenbakterien können sich vertreten, was bei Erbsen- und Lupinenbakterien nicht der Fall ist. Der Grund für die üppige Entwicklung der nach Serradella angebauten Lupinen war der, daß die Serradellabakterien für die Lupinen das Feld vorbereitet hatten. Die Ansicht, daß die Lupinen auf einem kalkreichen Boden nicht gedeihen, scheint nach obigem Ergebnis nicht richtig zu sein, denn unser Lauchstädter humoser Lehmboden ist kalkreich. Er enthält in der Ackerkrume 1 %, im Untergrund 8—10 % Kalk, und auf diesem Boden sind 508 bzw. 542 dz Lupinen mit 202 bzw. 226 kg Stickstoff pro Hektar geerntet, eine Ernte, wie sie höher der für die Lupine geeignetste Sandboden nicht hervorzubringen vermag.

Wenn aus allen diesen Versuchen hervorgeht, daß durch fortgesetzten Anbau die im Boden vorhandenen Leguminosenbakterien sich solchen Leguminosen, welche bisher nicht angebaut wurden, mit der Zeit anpassen und sodann ein kräftiges Gedeihen der betreffenden Leguminosen bewirken, so soll damit die Impfung nicht verworfen werden. Weshalb soll man in solchem Falle nicht schon im ersten oder den ersten Jahren, wo die betreffenden Bodenbakterien noch wirkungslos sind, durch eine Impfung die Produktion zu vermehren versuchen?

2. Die Stickstoffverluste.

a) Die durch bakteriologische Prozesse hervorgerufenen Stickstoffverluste bzw. die durch diese Prozesse hervorgerufene Umwandlung der löslichen Stickstoffverbindungen in unlösliche.

Bringt man in unsere Ackererde frische, unzersetzte organische Substanzen (z. B. frischen Kot oder unzersetztes Stroh), so tritt hierdurch eine Ernteerniedrigung ein, vorausgesetzt, daß nicht ein Übermaß von löslichen Stickstoffverbindungen (Salpeter, Ammoniak, Amide) im Boden vorhanden ist. Dies zeigen nicht nur die vielen nach dieser Richtung hin in Gefäßen angestellten Vegetationsversuche, sondern auch Feldversuche, wenn sie richtig angestellt werden. Einige Beispiele hierfür aus den Hallenser Versuchen[1]):

---

[1]) Krüger und Schneidewind, Landw. Jahrbücher 1901.

1. Vegetationsversuche.

Düngung	Ernte Senf, trocken g	Stickstoff in der Ernte g	**Durch Kot und Stroh an Stickstoff weniger g**
0,5 g Stickstoff (Salpeter)	66,3	1,671	—
0,5 „ „ „ + Kot = Stroh, frisch	57,6	1,192	**—0,479**
0,5 „ „ (schwefels. Ammon.)	73,3	1,495	—
0,5 „ „ „ + Kot = Stroh, frisch	50,9	0,916	**—0,579**
0,5 „ „ (Asparagin)	72,6	1,437	—
0,5 „ „ „ + Kot = Stroh, frisch	44,9	0,732	**—0,705**

2. Feldversuche auf humosem Lehmboden.

Düngung	Ernte Senf, frisch dz auf 1 ha	Ernteausfall dz	**Durch Kot und Stroh an Stickstoff weniger kg**
Harn allein	330,2	—	—
Harn + Kot = Stroh, frisch . .	255,2	—75,0	**—27,9**
Salpeter allein.	331,2	—	—
Salpeter + Kot = Stroh, frisch .	262,7	—68,5	**—25,9**

Es wurde also durch eine Beigabe von frischem Kot und Stroh eine deutliche Ernteerniedrigung hervorgerufen. Dies war, wie die Zahlen zeigen, nicht nur bei den in Gefäßen ausgeführten Versuchen der Fall, sondern auch bei den im großen auf dem Felde ausgeführten Versuchen. Es wurden hier **durch eine Beigabe von frischem Kot und Stroh zum Harn oder Salpeter 75,0 bzw. 68,5 dz Senf weniger** geerntet als durch Harn bzw. Salpeter allein. Der Grund hierfür ist der, daß durch jene frischen organischen Substanzen den Pflanzen ein Teil des Stickstoffs entzogen wird, **im vorliegenden Fall 27,9 bzw. 25,9 kg Stickstoff pro Hektar** (rund 1 Ztr. Chilesalpeter pro Morgen). Was ist nun aus diesem Stickstoff geworden? Als man mit diesen Untersuchungen begann, glaubte man, daß der ganze in der Ernte nicht wieder gewonnene Stickstoff sich in Form von freiem Stickstoff verflüchtigte. Dies ist jedoch nicht der Fall. Es ist, wie zuerst vom Verfasser[1]), später von Pfeiffer und Lemmermann nachgewiesen, der durch frische organische Substanz hervorgerufene Ernteausfall nur zu einem Teil auf eine Verflüchtigung von freiem Stickstoff zurück-

[1]) Journal für Landwirtschaft 1897.

zuführen, zum anderen, zumeist wohl größten Teil, auf eine Umwandlung der löslichen Stickstoffverbindungen (Salpeter, Ammoniak, Amide) in unlösliche (Eiweißverbindungen). Dieser zunächst festgelegte Eiweißstickstoff kann später wieder zu einem Teil den Pflanzen zugute kommen, indem er durch die entgegengesetzten bakteriologischen Prozesse wieder zu löslichen Stickstoffverbindungen (speziell Salpeter) zurückgebildet wird.

Wie sind diese ganzen Vorgänge wissenschaftlich zu erklären? Sehr einfach. Die im Boden lebenden niederen Organismen (Bakterien und Pilze), darunter auch solche, welche den Salpeter zu freiem Stickstoff reduzieren, gebrauchen mit wenigen Ausnahmen für ihr Leben eine feste organische Kohlenstoffquelle, da sie ihren Kohlenstoffbedarf nicht wie die höheren Pflanzen aus der Kohlensäure der Atmosphäre zu decken vermögen. Werden sie so durch eine Kohlenstoffzufuhr gefördert, so entnehmen sie dem Boden zum Aufbau und Lebensunterhalt ihrer Körper auch mehr Stickstoff, was auf Kosten des Wachstums unserer höheren Pflanzen geschieht, infolgedessen jene Ernteerniedrigungen hervorgerufen werden. Für die Praxis haben in erster Linie die Kohlenstoffverbindungen des Kotes und Strohes eine Bedeutung. Da Kot und Stroh vorzugsweise aus Pentosanen und Holzfaser bestehen, so kommen diese in erster Linie als Nährstoffquelle für die niederen Organismen in Frage. Die Pentosane erwiesen sich nach Versuchen von Krüger und dem Verfasser den Organismen als zugänglicher wie die Holzfaser, d. h. es wurden durch die Pentosane mehr Stickstoffverbindungen zersetzt bzw. umgesetzt als durch die Holzfaser, wie folgendes Beispiel zeigen möge:

Boden:	Ernte Senf, trocken g	Stickstoff in der Ernte g	**Stickstoff in der Ernte weniger g**
ohne Zusatz	34,3	0,693	—
25 g Pentosan aus Weizenstroh	6,1	0,137	— **0,556**
25 g Holzfaser „ „	15,5	0,293	— **0,400**

In derselben Weise wie das Pentosan wirken Stärke, Zucker usw., welche aber in der Praxis weniger in Frage kommen. Bemerkenswert und sehr wichtig ist, daß durch Torf im Boden jene schädlichen Prozesse nicht hervorgerufen werden, aus dem Grunde nicht, weil der Torf den betreffenden Organismen eine Nährstoffquelle nicht bietet. Ebenfalls ruft verrotteter Kot und verrottetes Stroh jene schädlichen Prozesse nicht mehr hervor, wie folgendes Beispiel aus den Hallenser Versuchen zeigen möge:

Boden:	Ernte Senf, trocken g	Stickstoff in der Ernte g	Stickstoff in der Ernte + oder — g
ohne Zusatz	17,5	0,387	—
Kot und Stroh, frisch .	4,4	0,102	**— 0,285**
„ „ „ **verrottet**	21,9	0,442	**+ 0,055**

Das verrottete Kot-Strohgemisch hatte also nicht wie das frische eine schädigende, sondern eine günstige Wirkung hervorgerufen. Der Grund hierfür ist der, daß eine verrottete organische Substanz jenen Organismen eine Nährstoffquelle (Kohlenstoffquelle) nicht mehr bietet, vielmehr nun der Stickstoff dieser Substanz allmählich zur Wirkung kommt.

Es wird nun ein jeder die berechtigte Frage stellen: „Wie steht es denn mit den Kohlenstoffquellen der nützlichen Bakterien; werden diese nicht durch dieselben organischen Stoffe in ihrem Wachstum und ihrer Tätigkeit gefördert?“ Bei den Nitrit- und Nitratbildnern, den Bakterien, welche die Salpeterbildung im Boden hervorrufen, ist dies nicht der Fall; wir wissen von Winogradsky, daß diese Organismen eine Ausnahme hinsichtlich der Kohlenstoffassimilation machen, insofern als sie den Kohlenstoff anorganischen Salzen (z. B. kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia) entnehmen können. Auch wird zur Abspaltung von Ammoniak bei dem Verwesungsprozeß eine besondere ausgiebige Kohlenstoffquelle nicht erforderlich sein. Es sind also mit anderen Worten zur Überführung der unlöslichen Stickstoffverbindungen in lösliche besondere organische stickstofffreie Stoffe (Stärke, Zucker, Pentosan, Holzfaser) nicht erforderlich, während diese Stoffe die Umwandlung der löslichen Stickstoffverbindungen in unlösliche (Eiweiß), sowie sie durch zahlreiche niedere Organismen (Bakterien und Pilze) erfolgt, außerordentlich begünstigen (siehe obige Versuche). So ist denn eine vorübergehende Abnahme von löslichen Stickstoffverbindungen im Ackerboden bei Zufuhr von frischen organischen Substanzen wohl zu erklären. Wie steht es denn aber nun mit den anderen nützlichen, den „stickstoffassimilierenden“ Bakterien und den anderen schädlichen, den „salpeterzersetzenden“? Hier stoßen wir bei einer Erklärung auf Schwierigkeiten, denn beiderlei Organismen werden durch die gleichen Kohlenstoffquellen (Zucker, Stärke, Pentosan usw.) gefördert. Man wird nun sagen: Liegen die übrigen Wachstumsbedingungen, insbesondere Luft- und Feuchtigkeitsverhältnisse, für die eine Art jener Organismen günstiger als für die andere, so werden sie von jenen Kohlenstoffquellen mehr, liegen sie ungünstiger, weniger Gebrauch machen wie die anderen. Da die stickstoffbindenden

Organismen luftliebende, die stickstoffentbindenden (salpeterzersetzenden) mehr luftscheue Organismen sind, so wird man wohl annehmen können, daß bei einer guten Durchlüftung des Bodens von den organischen Stoffen mehr die stickstoffbindenden, bei einer schlechten Durchlüftung von diesen Stoffen mehr die stickstoffentbindenden Gebrauch machen. Anderseits wäre es auch wohl möglich, daß das Hervortreten der einen oder anderen Art der fraglichen Organismen auch von der Höhe der Kohlenstoffquelle abhängt. Ist dies der Fall, so wird man nicht fehl gehen, wenn man annimmt, daß durch eine sehr reichliche Zufuhr von organischen Stoffen besonders die salpeterzersetzenden (denitrifizierenden) Organismen gefördert werden, da für derartige Reduktionsvorgänge stärkere Energiequellen notwendig sind. In Anbetracht dessen, als Stickstoffgewinn nnd Stickstoffverluste — hierher gehört auch die Entbindung von Stickstoff, so wie sie bei der Verwesung und Fäulnis beobachtet ist – immer nebeneinander stattfinden, ist es nicht möglich, die beiden entgegenlaufenden Prozesse in ihrer Wirkung zahlenmäßig zum Ausdruck zu bringen. Wir können nur durch dauernde Bodenuntersuchungen, verbunden mit Untersuchungen der Sickerwässer, feststellen, ob und unter welchen Bedingungen der Stickstoffgewinn den Verlust übertrifft oder umgekehrt der Verlust den Gewinn. Ein Grund, anzunehmen, daß die Salpeterzersetzung (Denitrifikation) praktisch gar keine Bedeutung habe, liegt nicht vor. Man hat die betreffenden Organismen in gut entwickeltem Zustande in allen Ackerböden aufgefunden; es ist deshalb wohl anzunehmen, daß auch sie hier zu gewissen Zeiten tätig sind und Stickstoffverluste hervorrufen. Nicht unerwähnt lassen möchte ich hier, daß die meisten Forscher, welche sich mit diesen Erscheinungen beschäftigten, zuerst alle Prozesse, bei welchen lösliche Stickstoffverbindungen (speziell Salpeter) als solche verschwanden, also auch die Umwandlung des löslichen Stickstoffs in unlöslichen (Eiweiß) mit Salpeterzersetzung oder Denitrifikation bezeichneten, was ihnen von gewisser Seite später sehr zum Vorwurf gemacht wurde. Gewiß war jene Bezeichnung nicht ganz korrekt; denn es ist nicht gleichgültig, ob der Stickstoff in Form von freiem Stickstoff den Boden verläßt, oder ob er zum Teil vorübergehend in einer für die Pflanze unaufnehmbaren Form festgelegt wird. Den meisten kam es aber in erster Linie darauf an, festzustellen, wie hoch sind in fraglichen Fällen die Erntedepressionen im ersten Jahre, wieviel Stickstoff der Düngung erscheint im ersten Jahre in der Ernte nicht wieder. Sicherlich wird immer im folgenden oder den folgenden Jahren ein Teil des festgelegten Stickstoffs (Organismen — Eiweiß) noch unseren Pflanzen zugute kommen, ein Teil von diesem Stickstoff wird aber

nach stattgefundener Lösung auch wieder Verlusten (Auswaschen, Salpeterzersetzung) ausgesetzt sein.

b) Die durch Ammoniakverdunstung entstehenden Verluste.

So groß als die Stickstoffverluste sind, welche der Stalldünger durch Ammoniakverdunstung erleidet, so gering sind die Verluste, welche der Ackerboden in dieser Form erleidet. Nennenswerte Verluste dieser Art finden auf den Ackerböden nur dann statt, wenn Ammoniak enthaltende Substanzen (Stalldünger und Ammoniaksalz) nicht gleich oder nicht ordentlich dem Boden einverleibt werden. Am größten sind dann diese Verluste auf kalkreichen, schwach absorbierenden Bodenarten.

c) Die durch Auswaschen der löslichen Stickstoffverbindungen (speziell Salpeter) hervorgerufenen Stickstoffverluste.

Diese gestalten sich unter den verschiedenen Verhältnissen außerordentlich verschieden. Es ist diese Art der Verluste abhängig:

1. von der größeren oder geringeren Durchlässigkeit des Bodens. Salpeter wird bekanntlich am leichtesten ausgewaschen auf den durchlässigen Sandböden;
2. vom Stickstoffgehalt des Bodens. Unter sonst gleichen Verhältnissen werden die Stickstoffverluste bei einem stickstoffreicheren (humusreichen) Boden größer sein als bei einem stickstoffärmeren (humusarmen);
3. von der Düngung. Je höher die Stickstoffdüngung, desto größer auch die Stickstoffverluste;
4. von der Intensität der Salpeterbildung. Je günstiger die Temperaturverhältnisse, je intensiver die Bodenbearbeitung, desto mehr Salpeter wird gebildet, desto mehr auch ausgewaschen;
5. von den Niederschlagsmengen. Je größer diese, desto größer die Sickerwassermengen und damit desto größer die Salpeterverluste;
6. von dem Pflanzenbestand. Je stärker der Pflanzenbestand, desto mehr Stickstoff wird von diesem festgehalten, desto weniger ausgewaschen und umgekehrt. Am größten sind die Stickstoffverluste bekanntlich auf unbestellten Böden (Brache).

Aus alledem geht hervor, daß diese Stickstoffverluste unter den verschiedenen Verhältnissen außerordentlich verschieden sein müssen.

Es betrugen z. B. in Rothamsted die durch das Sickerwasser herbeigeführten Stickstoffverluste auf dem dortigen ziemlich schweren Lehm-

boden mit einer durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge von 719,1 mm [1]):

	Stickstoff kg auf 1 ha und Jahr
Auf unbewachsenem Boden (Mittel von 23 Jahren) . .	37,2
„ „ „ (1891/92)	34,1
Weizenboden, ohne jede Düngung 1891/92	9,6
„ **Mineralstoffe ohne Stickstoff 1891/92** . . .	12,7
„ **48 kg Stickstoff (Chilesalpeter) Frühjahr 1891/92**	22,1
„ **48 kg Stickstoff (Ammoniak), 1/2 Herbst, 1/2 Frühjahr 1891/92**	25,4

Diese Zahlen zeigen, daß die Verluste am größten sind auf unbewachsenem Boden, wo der lösliche Stickstoff von den Pflanzen nicht festgehalten wird. Gering sind die Verluste auf ungedüngtem, mit Pflanzen bestandenem Boden, können aber auch hier bei starker Stickstoffdüngung eine nennenswerte Höhe erreichen. Obige Zahlen lassen sich nicht verallgemeinern, da sich diese Verluste unter den verschiedenen Verhältnissen außerordentlich verschieden gestalten. Den Hauptausschlag geben, wenn von Düngung und Pflanzenbestand abgesehen wird, die Niederschlagsmengen und die Art des Bodens. Eine sehr umfangreiche Lysimeteranlage mit verschiedenen Böden ist von Gerlach in Bromberg zur Ausführung gekommen; dieselbe wird uns in den nächsten Jahren ein wertvolles Zahlenmaterial liefern. Die durch Auswaschen entstehenden Stickstoffverluste finden fast ausschließlich in Form von Salpeter statt.

Wir haben im vorangegangenen die nützlichen und schädlichen Vorgänge, so wie sie sich im Boden abspielen, in ihrem Wesen kennen gelernt. Wir wollen nun sehen, wie weit wir aus den nützlichen Vorgängen Vorteile für die Praxis ziehen können.

B. Die Brache.

Die Erkenntnis, daß die im Boden freilebenden, stickstoffsammelnden Bakterien sich besonders gut entwickeln in Brachböden, der zeitweise starke Rückgang der Preise unserer Ernteprodukte und vor allem auch die schlechten Arbeiterverhältnisse waren die Veranlassung, daß man in

[1]) Bieler, „Die Rothamsteder Versuche". Verlag von Paul Parey, 1896.

jüngster Zeit wieder der Frage der Brache eine größere Beachtung schenkte. Besondere Veranlassung hierzu gaben die Veröffentlichungen Carons, welcher auf seinem Rittergute Ellenbach durch Wiedereinführung der Brache große Vorteile erzielte und der auch, gestützt auf seine bakteriologischen Forschungen, zuerst versucht hat, das Wesen der Brache wissenschaftlich zu beleuchten. In richtiger Weise die Brache betrieben, müsse diese, so sagten viele Landwirte und Wissenschaftler, nicht nur auf den zähen, schweren, unter ungünstigen klimatischen und wirtschaftlichen Verhältnissen liegenden Bodenarten Vorteile bringen, sondern sie sei auch unter den heutigen Verhältnissen auf den besseren Bodenarten wieder mit Erfolg einzuführen. Es ist nun in letzter Zeit über die Frage der Brache unendlich viel debattiert worden, die verschiedenartigsten Erfahrungen vorgebracht, alte Brachversuche hervorgeholt worden, um das eine oder andere zu beweisen. Vor allem war es notwendig, ueue Brachversuche einzuleiten, um die Frage der Brache praktisch und wissenschaftlich zu klären. Umfassende Brachversuche sind denn auch in der Versuchswirtschaft Lauchstädt ausgeführt worden, und, da die dort ausgeführten Versuche wohl von allen bisher vorliegenden Brachversuchen am meisten geeignet sein dürften, die Frage der Brache zu beleuchten, so möge das Ergebnis der Lauchstädter Versuche zuerst mitgeteilt werden.

a) Brachversuche der Versuchswirtschaft Lauchstädt (humoser Lehmboden).

Es sind in der Versuchswirtschaft Lauchstädt vor 6 Jahren zwei Brachfruchtfolgen angelegt worden, wo in beiden Fällen die Brache auf der einen Seite durch Erbsen ersetzt ist. Die beiden Brachfruchtfolgen sind die folgenden:

Brachfruchtfolge I: (nach Caron)	Brache / Erbsen	Raps, Weizen, Roggen, Hafer, Hafer.
Brachfruchtfolge II:	Brache / Erbsen	Weizen, Zuckerrüben, Gerste, Hafer.

Diese beiden Brachfruchtfolgen haben insofern eine kleine Änderung erfahren, als in Brachfruchtfolge I in einem Jahr statt Hafer Roggen, in Brachfruchtfolge II in jenem Jahre statt Hafer Wintergerste angebaut wurde. Der Grund hierfür war die im Jahr zuvor in starkem Maße beim Hafer aufgetretene Fritfliege. Im Jahre 1902 wurde mit diesen Brachfruchtfolgen begonnen, so daß bis jetzt vorliegen müßten bei Brachfruchtfolge I: für Brache und Erbsen 5 Jahre, Raps 4 Jahre, Weizen 3 Jahre, Roggen 2 Jahre und Hafer 1 Jahr. Das letztere ist nicht der Fall, da wegen der Fritfliege, die wir im Jahre 1905 hatten, 1906 anstatt Hafer Roggen gebaut wurde, so daß anstatt zwei, drei

Roggenernten vorhanden sind. Die Rotation ist beendet 1907. Bei Brachfruchtfolge II liegen vor: für Brache und Erbsen 5 Jahre, Weizen 4 Jahre, Zuckerrüben 3 Jahre, Gerste 2 Jahre, Wintergerste (statt Hafer) 1 Jahr. Diese Rotation ist jetzt beendet. Da die Versuche auch praktischer Natur sein sollten, so wäre es nicht richtig gewesen, wenn der auf Erbsen folgende Raps und der auf Erbsen folgende Weizen keine Stickstoffdüngung erhalten hätten. Es wurde daher dem sehr stickstoffbedürftigen Erbsen-Raps eine angemessene Stickstoffdüngung verabreicht, auch erhielten die Erbsen für ihre erste Entwicklung eine kleine Stickstoffgabe, für welche sie dankbar sind. Im übrigen war in beiden Brachfruchtfolgen bei den später folgenden Früchten die Düngung die gleiche. Es erhielten:

Brachfruchtfolge I: Erbsen 12 kg Stickstoff, Raps nach Brache keinen Stickstoff, Raps nach Erbsen 65 kg Stickstoff, Weizen, Roggen und Hafer überall gleichmäßig 40 kg Stickstoff auf 1 ha.

Brachfruchtfolge II: Erbsen 12 kg, Weizen nach Brache keinen Stickstoff, Weizen nach Erbsen 40 kg Stickstoff, Zuckerrüben überall gleichmäßig 200 dz Stalldünger und 60 kg Stickstoff, Gerste 20 kg, Hafer 40 kg Stickstoff auf 1 ha.

An Phosphorsäure wurden überall gleichmäßig zu Raps und Rüben 100 kg, zu Erbsen und Getreide 50 kg auf 1 ha gegeben.

Eine Kalidüngung wurde in Brachfruchtfolge I zweimal, in Brachfruchtfolge II einmal verabfolgt.

Die Erbsenfruchtfolge erhielt somit an Düngung mehr:

Erbsen	12 kg N (Salpeter) à 1,40 Mk. = 16,80 Mk.		36,80 Mk.
	50 „ P_2O_5 (Super) „ 0,40 „ = 20,00 „		
Raps, Brache I .	65 „ N (Salpeter) „ 1,40 „		91,00 „
Weizen, Brache II	40 „ N „ „ 1,40 „		56,00 „

Das Pflügen der Brache während des Sommers (zwei Furchen) ist nicht berechnet worden. Die Produktionskosten für Erbsen wurden ohne Düngungskosten und ohne Pacht zu 201,20 Mk. pro 1 ha berechnet.

Die Ernten und Rentabilitätsberechnungen gestalteten sich folgendermaßen:

(Siehe die Tabelle auf Seite 26.)

Bei Brache I hatte demnach der Brache-Raps im Durchschnitt der Jahre etwas mehr geliefert als der auf Erbsen folgende Salpeter-Raps, trotzdem dieser 65 kg Stickstoff auf 1 ha (rund 2 Ztr. Salpeter pro Morgen) erhalten hatte. Das ist ein Zeichen dafür, daß der Brachacker sehr reich an löslichem Stickstoff war, daß sich infolge der Brachebearbeitung eine reichliche Menge Salpeter gebildet hatte.

Brache I.

Frucht	Brachfruchtfolge		Erbsenfruchtfolge		Ertrag durch Brachfruchtfolge + oder —		Geldwert [1]) durch Brachfruchtfolge + oder —			Erbsenfruchtfolge gegen Brachfruchtfolge, Düngungs- u. Produktionskosten	Durch Brachfruchtfolge + oder —
	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Sa.		
	dz	dz	dz	dz	dz	dz	Mk.	Mk.	Mk.	+ Mk.	Mk.
Erbsen (Mittel von 5 Jahren) . .	—	—	26,39	47,53	—26,39	—47,53	— 527,80	—95,06	— 622,86	+ 238,00	— 384,86
Raps „ „ 4 „ . .	25,41	76,24	22,78	73,01	+ 2,63	+ 3,23	+ 57,86	+ 4,85	+ 62,71	+ 91,00	+ 153,71
Weizen „ „ 3 „ . .	35,26	74,57	35,32	71,55	—0,06	+ 3,02	— 1,02	+ 6,04	+ 5,02	—	+ 5,02
Roggen „ „ 3 „ . .	30,92	67,69	31,01	66,75	—0,09	+ 0,94	— 1,44	+ 1,88	+ 0,44	—	+ 0,44
Hafer (dafür Roggen)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hafer	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sa.:	—	—	—	—	—	—	—	—	— 554,69	+ 329,00	— 225,69

Brache II.

Frucht	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Körner	Stroh	Sa.		
Erbsen (Mittel von 5 Jahren).	—	—	26,84	45,16	—26,84	—45,16	— 536,80	— 90,32	— 627,12	+ 238,00	— 389,12
Weizen „ „ 4 „ .	33,10	62,43	33,60	60,60	— 0,50	+ 1,83	— 8,50	+ 3,66	— 4,84	+ 56,00	+ 51,16
Zuckerrüben „ „ 3 „ .	465,30	—	442,40	—	+22,90	—	+ 45,80	—	+ 45,80	—	+ 45,80
Sommergerste „ „ 2 „ .	29,88	37,13	28,43	34,58	+ 1,45	+ 2,55	+ 23,20	+ 5,10	+ 28,30	—	+ 28,30
Wintergerste (für Hafer, 1 Jahr) .	29,93	49,01	27,96	43,68	+ 1,97	+ 5,33	+ 27,58	+ 10,66	+ 38,24	—	+ 38,24
Sa.:	—	—	—	—	—	—	—	—	— 519,62	+ 294,00	— 225,62

[1]) Es sind folgende Preise pro Doppelzentner zugrunde gelegt worden:

	Körner bzw. Wurzeln	Stroh		Körner bzw. Wurzeln	Stroh
Erbsen	20,00	2,00	Sommergerste	16,00	2,00
Raps	22,00	1,50	Wintergerste	14,00	2,00
Weizen	17,00	2,00	Zuckerrüben	2,00	
Roggen	16,00	2,00			

Es wurden im Mittel geerntet:

	Doppelzentner auf 1 ha Körner	Stroh
Raps nach Brache ohne Stickstoff . .	25,41	76,24
„ „ Erbsen + 65 kg Stickstoff .	22,78	73,01

Dagegen hatten nun Weizen und Roggen (für Hafer wegen Fritfliege zweimal hintereinander Roggen) in der Brachfruchtfolge keine höheren Mehrerträge geliefert als in der Erbsenfruchtfolge.

Es wurden im Mittel geerntet:

	Doppelzentner auf 1 ha Körner	Stroh
Weizen, Brachfruchtfolge . .	35,26	74,57
„ Erbsenfruchtfolge . .	35,32	71,55
Roggen, Brachfruchtfolge . .	30,92	67,69
„ Erbsenfruchtfolge . .	31,01	66,75

Die Erträge stimmen also absolut überein.

Bei Brache II hatte der Brach-Weizen keine höheren Erträge geliefert als der Salpeter-Weizen.

Es wurden im Mittel geerntet:

	Doppelzentner auf 1 ha Körner	Stroh
Weizen nach Brache ohne Stickstoff . .	33,10	62,43
„ „ Erbsen + 40 kg Stickstoff .	33,60	60,60

40 kg Stickstoff hatten also hier das gleiche geleistet als die Brache.

Etwas höher liegen die Zuckerrüben- und Gerstenernten in der Brachfruchtfolge.

Es wurden im Mittel geerntet:

	Doppelzentner auf 1 ha Wurzeln
Zuckerrüben, Brachfruchtfolge . .	465,30
„ Erbsenfruchtfolge .	442,40

	Doppelzentner auf 1 ha Körner	Stroh
Sommergerste, Brachfruchtfolge .	29,88	37,13
„ Erbsenfruchtfolge .	28,43	34,58
Wintergerste, Brachfruchtfolge .	29,93	49,01
„ Erbsenfruchtfolge .	27,96	43,68

Die Rübenmehrernten sind wahrscheinlich die Folge einer etwas besseren Wirkung des Stalldüngers in der Brachfruchtfolge gewesen. Der Stalldünger hat hier höchstwahrscheinlich eine intensivere Umsetzung erfahren als in der Erbsenfruchtfolge. Den Stalldünger aber auf einem Boden, der sich wie der Lauchstädter in gutem Kulturzustande befindet, direkt

zur Brache geben zu wollen, hält der Verfasser für ganz unzweckmäßig, da der Brachacker zur Zeit seiner Bestellung schon einen Überfluß von Salpeter enthält.

Im großen und ganzen hat die Brache recht schlecht abgeschnitten. Es ergibt sich für Brachfruchtfolge I im Vergleich zur Erbsenfruchtfolge **ein Defizit** von **225,69 Mk.** auf 1 ha für den 6jährigen Turnus, wobei die höheren Produktions- und Düngungskosten, welche die Erbsenfruchtfolge erforderte, in Anrechnung gekommen sind. Für Brachfruchtfolge II ergibt sich im Vergleich zur Erbsenfruchtfolge **ein Defizit** von **225,62 Mk.** auf 1 ha für den 5jährigen Turnus.

Hat nun der Boden in der Brachfruchtfolge den Pflanzen mehr Stickstoff geliefert als in der Erbsenfruchtfolge? Hierüber gibt folgende Zusammenstellung Aufschluß:

Stickstoff in den Ernten.

Brache I.

	Stickstoff kg auf 1 ha		
Brachfruchtfolge:	Körner	Stroh	Summa
Brache	—	—	—
Raps	88,50	45,44	133,94
Weizen	70,22	29,00	99,22
Roggen	44,63	27,27	71,90
			Sa. 305,06
Erbsenfruchtfolge:	Körner	Stroh	Summa
Erbsen	90,78	52,76	143,54
Raps	76,77	37,18	113,95
Weizen	69,05	29,31	98,36
Roggen	45,34	27,69	73,03
			Sa. 428,88
	ab Mehr der Düngung		77,00
	bleiben . . .		**351,88**

Brache II.

	Stickstoff kg auf 1 ha		
Brachfruchtfolge:	Körner bzw. Wurzeln	Stroh bzw. Kraut	Summa
Brache	—	—	—
Weizen	65,93	30,19	96,12
Zuckerrüben	88,92	123,56	212,48
Sommergerste . . .	39,74	14,11	53,85
Wintergerste . . .	38,01	20,09	58,10
			Sa. 420,55

Brache II (Fortsetzung).

Erbsenfruchtfolge:	Stickstoff kg auf 1 ha Körner bzw. Wurzeln	Stroh bzw. Kraut	Summa
Erbsen	89,38	52,84	142,22
Weizen	65,54	26,28	91,82
Zuckerrüben	80,73	106,23	186,96
Sommergerste . . .	44,35	15,56	59,91
Wintergerste . . .	36,91	20,09	57,00
		Sa.	537,91
	ab Mehr der Düngung		52,00
	bleiben . . .		**485,91**

Es waren an Stickstoff dem Boden entnommen worden:

Durch Raps nach Brache	133,94 kg Stickstoff	
„ „ nach Erbsen (abzüglich der Düngung 65 kg). . . .	48,95 „ „	
Durch Weizen nach Brache	96,12 „ „	
„ „ nach Erbsen (abzüglich der Düngung 40 kg) .	51,82 „ „	

Demnach hatte der Brachacker eine nennenswerte Stickstoffmenge der Nachfrucht geliefert; der Brache-Raps hatte, wenn man den Stickstoff der Düngung voll einsetzt, dem Boden 84,99 kg, der Brache-Weizen 44,30 kg Stickstoff mehr entnommen als der Erbsen-Raps bzw. Erbsen-Weizen. Bei dieser Rechnung ist aber nicht zu vergessen, daß die vorangegangenen Erbsen jedenfalls schon einen großen Teil des von ihnen aufgespeicherten Stickstoffs dem Boden entnommen hatten. *Während des Brachjahres waren durch die Erbsen an Stickstoff aufgenommen worden bei Brache I: 143,54, bei Brache II 142,22 kg Stickstoff, Mengen, wie sie die Brache nicht geliefert hat; denn es wurden* **unter Berücksichtigung der Düngung in der Brachfruchtfolge weniger Stickstoff aufgenommen als in der Erbsenfruchtfolge:**

bei Brache I — **46,82 kg Stickstoff**
„ „ II — **65,36 „ „**

Jedenfalls ist durch den Anbau der Erbsen — und das würde auch beim Anbau anderer Leguminosen der Fall gewesen sein — mehr Stickstoff gewonnen worden als durch die Brache, und wenn ein Raubbau stattgefunden hat, so ist dieser jedenfalls in der Brachfruchtfolge größer gewesen als in der Erbsenfruchtfolge. Hierfür spricht die energische Salpeterbildung bei der Brache und die hohen Salpetermengen, welche die Sickerwässer von unbestandenem Boden enthalten

(siehe Seite 23). Die Zunahme an Salpeterstickstoff ist bei der Brache eine außerordentlich starke. Es betrug nach Untersuchungen von Krüger und Heinze[1]) der Gehalt an Salpeterstickstoff in Kilogramm auf 1 ha bei:

	Brache I	Brache II
Vor Beginn der Brache. . . .	53	55
Nach Beendigung derselben .	138	140
Zunahme Salpeterstickstoff kg	+ 85	+ 85

Die große Menge Salpeter, welche sich auf dem gebrachten Acker bildet, entstammt wohl sicherlich zum größten Teil dem Bodenkapital, da, wie Versuche der Hallenser Versuchsstation zeigen (siehe Seite 12), das Organismeneiweiß, speziell auch das der Azotobakterorganismen, ziemlich langsam wirkt, sich also sehr allmählich erst in Salpeter umwandelt. Ich stelle mich in dieser Beziehung ganz auf den Standpunkt Pfeiffers, der dahin geht, daß wir bei der Brache Raubbau treiben. Daß bei der Brachbearbeitung durch die stickstoffbindenden Organismen erheblich mehr Stickstoff gesammelt wird als bei der üblichen Bodenpflege, glaube ich nicht; denn wäre dies der Fall, so müßte die Brache eine nennenswerte Nachwirkung bei den später folgenden Früchten zeigen, die, wie obige Versuche zeigen, nicht vorhanden ist.

b) Brachversuche von Rothamsted (schwerer Lehmboden).

Zu dem gleichen Ergebnis wie die Lauchstädter Brachversuche führen auch die in Rothamsted ausgeführten Brachversuche[2]).

Es wurden dort folgende beiden Fruchtfolgen geprüft:

1. Brache, Weizen, Turnips, Gerste.
2. Leguminosen (Bohnen oder Klee), Weizen, Turnips, Gerste.

Die Stickstoffentnahmen stellten sich im Durchschnitt von 32 Jahren folgendermaßen:

(Siehe die Tabelle auf Seite 31)

Aus diesen Versuchen geht also ebenfalls hervor, daß durch die Leguminosen erheblich mehr Stickstoff gesammelt wird als durch die Brache. Ein nennenswerter Effekt der Brache war hier überhaupt nicht vorhanden; denn selbst nach Abzug des Leguminosenstickstoffs liegen die in der

[1]) Krüger und Heinze, Landw. Jahrbücher 1907.

[2]) Bieler, Die Rothamsteder Versuche. Verlag von Paul Parey, 1896, und Th. Pfeiffer, Stickstoffsammelnde Bakterien, Brache und Raubbau. Verlag von Paul Parey, 1904.

Stickstoffentnahmen pro Hektar im Durchschnitt der Jahre 1852/83, acht Rotationen.

	Ungedüngt		Superphosphatdüngung		Volle Mineraldüngung + Stickstoff	
	Brache kg N	Leguminosen kg N	Brache kg N	Leguminosen kg N	Brache kg N	Leguminosen kg N
Leguminosen	—	46,4	—	68,9	—	100,2
Weizen	40,9	36,7	43,7	40,2	47,2	48,9
Turnips	12,9	8,5	38,9	37,3	88,0	90,3
Gerste	31,5	34,1	26,1	26,3	43,9	45,6
Summa Stickstoff	85,3	125,7	108,7	172,7	179,1	285,0
Nach Abzug des Leguminosenstickstoffs	—	79,3	—	103,8	—	184,8

Brachfruchtfolge aufgenommenen Stickstoffmengen kaum höher als die in der Erbsenfruchtfolge aufgenommenen.

c) Brachversuche des Versuchsfeldes des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle a. S. (leichter Lehmboden).

Sehr zu ungunsten der Brache sind auch die von J. Kühn auf der Dreifelderwirtschaft des Versuchsfeldes des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle angestellten Versuche ausgefallen. Die s. Zt. gelegentlich eines Vortragskursus praktischer Landwirte mitgeteilten Versuche erstrecken sich auf 9 Jahre. Die Fruchtfolge lautet: Brache, Weizen, Gerste, wobei auf der anderen Seite die Brache im ersten Brachjahre durch Runkelrüben, im zweiten durch Viktoriaerbsen, im dritten durch Rotklee ersetzt wurde.

Bei diesen Versuchen hat die Brache außerordentlich schlecht abgeschnitten, weit schlechter noch als bei den oben aufgeführten Lauchstädter Versuchen. Es liegt dies zum Teil an dem nur dreijährigen Turnus, welcher bei diesen Versuchen gewählt wurde, hauptsächlich aber an der hohen Stallmistdüngung, die noch zur Anwendung kam und zum großen Teil das Stickstoffbedürfnis der Pflanzen befriedigte, so daß die Schwarzbrache in ihrer Wirkung nicht recht hervortreten konnte.

Der Verfasser sieht von einer Wiedergabe der bei diesen Versuchen gewonnenen Zahlen ab, da dieselben seines Wissens nur „als Manuskript gedruckt" vorliegen.

d) Brachversuche der Versuchswirtschaft Pentkowo[1]) (leichter Lehmboden).

Die in der Versuchswirtschaft Pentkowo ausgeführten Versuche, welche noch nicht abgeschlossen sind, führten zu folgendem Ergebnis:

	1902	1903	
I.	Brache:	Roggen:	Summa:
	—	37 dz Körner	37 dz Körner
II.	Hafer:	Roggen:	Summa:
	30 dz Körner	30 dz Körner	60 dz Körner
III.	Hafer mit Chilesalpeter:	Roggen mit Chilesalpeter:	Summa:
	35 dz Körner	38 dz Körner	73 dz Körner

Die im Stroh und den Körnern vom Hektar geernteten Stickstoffmengen betrugen:

	1902	1903	
I.	Brache:	Roggen:	Summa:
	—	90 kg	90 kg
II.	Hafer:	Roggen:	Summa:
	110 kg	66 kg	176 kg
III.	Hafer mit Chilesalpeter:	Roggen mit Chilesalpeter:	Summa:
	118 kg	84 kg	202 kg

Es ist also bei der Fruchtfolge II, Hafer, Roggen, ohne eine Stickstoffdüngung erheblich mehr Stickstoff auf 1 ha gewonnen worden als bei der Fruchtfolge I, Brache, Roggen. Zugunsten der ersten Fruchtfolge ergibt sich ein plus von 86 kg Stickstoff auf 1 ha. Wenn auf den Brachparzellen eine stärkere Stickstoffsammlung als auf den Haferparzellen stattgefunden hat, so ist der Stickstoff außerordentlich schlecht ausgenutzt worden. Wie unrentabel die Brache auch hier ist, zeigen die obigen Erträge: Es wurden bei Fruchtfolge II 23 dz Körner, bei Fruchtfolge III (Chilesalpeterdüngung) 36 dz Körner mehr geerntet als bei der Brachfruchtfolge.

Aus allen diesen Versuchen geht unzweifelhaft hervor, daß die Brache für alle nur einigermaßen normale

[1]) Illustr. landw. Zeitung 1904, Nr. 7.

Verhältnisse nicht in Frage kommen kann. In diesem Sinne haben sich bereits früher J. Kühn, von Rümker, Pfeiffer, Gerlach, der Verfasser u. a. ausgesprochen. Pfeiffer bezeichnet sehr treffend die Brache als „ein in Ausnahmefällen notwendiges Übel“. Nur bei gewissen, zähen, bindigen, sehr schwer zu bearbeitenden, unter ungünstigen klimatischen Verhältnissen liegenden Bodenarten dürfte nach wie vor eine Brachbearbeitung, vielleicht aber auch hier nicht dauernd, angebracht sein. Für alle anderen Verhältnisse muß aber eine Wiedereinführung der Brache als ein sehr bedauerlicher Rückschritt bezeichnet werden. Die Produktion würde gewaltig sinken, und anstatt uns vom Auslande immer mehr unabhängig zu machen, würden wir mit einer Wiedereinführung der Brache auf das Ausland noch weit mehr, als dies jetzt der Fall ist, angewiesen sein.

Was speziell den Stickstoff betrifft, so geht aus allen Versuchen hervor, daß durch die Brache längst nicht so viel Stickstoff gesammelt wird als durch den Anbau von Leguminosen, und daß während der Brache ein großer Teil des Bodenkapitals in Salpeter umgewandelt wird, welcher zum großen Teil ausgewaschen oder umgesetzt bzw. zersetzt wird, so daß die nachfolgenden Früchte den richtigen Nutzen aus dem mobil gemachten Stickstoff nicht ziehen können.

C. Die Gründüngung.

Die Gründüngung hat für den Sandboden eine größere Bedeutung als für den besseren Boden.

Die hauptsächlichsten Gründe hierfür sind die folgenden:

1. Es ist die Stickstoffbindung durch die Gründüngungspflanzen auf dem stickstoffarmen Sandboden im allgemeinen eine größere als auf dem stickstoffreicheren besseren Boden. Die Leguminosen entnehmen um so mehr Stickstoff der Atmosphäre, um so weniger assimilierbaren Stickstoff sie im Boden vorfinden, um so weniger Stickstoff der Atmosphäre, um so mehr assimilierbaren Stickstoff ihnen im Boden geboten wird. Im letzteren Falle decken sie ihren Stickstoffbedarf zum großen Teil aus dem Bodenkapital.

2. Der leichte Sandboden hat eine Anreicherung mit organischer Substanz, so wie eine solche in reichlichem Maße bei gut geratener Gründüngung stattfindet, mehr notwendig als der humusreichere bessere Boden.

3. Es verlassen im allgemeinen auf dem leichten Boden die Vorfrüchte früher das Feld als auf dem besseren Boden, so daß den Gründüngungspflanzen auf dem leichten Boden eine längere und günstigere Zeit für ihr Wachstum zur Verfügung steht als auf dem besseren Boden.

Das sind die hauptsächlichsten Gründe dafür, daß die Gründüngung auf dem leichten Boden eine größere Bedeutung hat als auf dem besseren Boden.

Wir dürfen aber bei allen diesen Erwägungen den wichtigsten Faktor nicht vergessen: das Wasser. Fehlt den Gründüngungspflanzen das nötige Wasser, so gedeihen sie ebensowenig auf dem Sandboden als auf dem besseren Boden. Deshalb müssen wir in erster Linie, mag es sich um Sandböden oder bessere Böden handeln, den Anbau der Gründüngung abhängig machen von den Niederschlagsmengen, welche in der betreffenden Gegend zu der Zeit, wo die Gründüngungspflanzen für uns arbeiten sollen (Juli bis September), erfahrungsgemäß fallen.

Wie hoch der Wasserbedarf der Gründüngungspflanzen ist, mögen einige Untersuchungen über den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens zeigen, welche in Lauchstädt im Anschluß an die dortigen Gründüngungsversuche ausgeführt wurden. Es betrug z. B. der durchschnittliche Feuchtigkeitsgehalt des Bodens auf den betreffenden Parzellen:

	Liegen gelassene Stoppel	Umgebrochene Stoppel	Gründüngung (Erbsen u. Bohnen)	Gründüngung (Gelbklee)
1905.				
22. VII.—3. VIII.	—	15,15	14,97	—
9. VIII.—8. IX.	—	14,43	10,76	—
1906.				
15. VIII.	14,84	14,43	13,28	14,39
30. VIII.	13,67	13,52	10,62	12,20
6. IX.	11,86	14,56	8,90	10,00
14. IX.	9,38	11,58	6,72	6,74

Wir sehen also aus diesen Zahlen, welche hohen Ansprüche die Gründüngungspflanzen an den Wasservorrat des Bodens stellen. Es sank im Jahre 1906, wo der August und der erste Teil des September sehr trocken waren, der Wassergehalt des Bodens auf den Grün=

düngungsparzellen bis auf 6,72 bzw. 6,74 %, während die umgebrochene Stoppel zu dieser Zeit noch einen Wassergehalt von 11,58 % aufwies. Ein Anbau von Leguminosenpflanzen in Sandgegenden, wo es in jenen Monaten an ausreichenden Niederschlagsmengen fehlt, ist ebenso falsch als ein Anbau von Gründüngungspflanzen in Gegenden mit besserem Boden, wo die erforderlichen Niederschlagsmengen fehlen. Ein besserer Boden mit reichlichen Niederschlagsmengen zu jener Zeit wird eine Gründüngung mehr lohnen als ein Sandboden mit unzureichenden Niederschlagsmengen.

Nun weiter, bietet denn der bessere Boden den Leguminosen so viel löslichen Stickstoff, daß sie nicht genügende Mengen von Stickstoff der Atmosphäre entnehmen? Das ist zu der Zeit, wo eben die Vorfrucht bzw. die Deckfrucht den Acker verlassen hat, durchaus nicht der Fall. Es geht dies hervor: 1. aus dem reichlichen Knöllchenansatz, welcher auch auf besserem Boden bei den Leguminosen-Gründüngungspflanzen stattfindet, und 2. aus der Tatsache, daß die Produktion von Nicht-Leguminosen unter denselben Verhältnissen eine sehr geringe ist, diese erheblich weniger Stickstoff aufspeichern als die Leguminosen. Den Leguminosen wird also auch auf besserem Boden Gelegenheit gegeben, den Stickstoff der Atmosphäre festzulegen, den Boden mit Stickstoff anzureichern. Liegen also auf dem besseren Boden die Wasserverhältnisse günstig, so kann man auch hier mit den Gründüngungspflanzen einen erheblichen Stickstoffgewinn erzielen.

Wie steht es denn nun mit der Wirkung der dem Boden einverleibten Gründüngungsmasse? In dem gut durchlüfteten tätigen Sandboden zersetzt sich die Gründüngungsmasse schneller, wird der in ihr enthaltene Stickstoff schneller in Lösung gebracht als auf dem schweren Boden. Das ist von Vorteil, wenn der gebildete lösliche Stickstoff der nachfolgenden Frucht zugute kommt. Es ist dies jedoch durchaus nicht immer der Fall, da im milden Herbst und Frühjahr ein großer Teil von diesem Stickstoff auf dem Sandboden durch Auswaschen des gebildeten Salpeters verloren geht. Auf dem besseren Boden findet eine mehr allmähliche Lösung des Gründüngungstickstoffs statt, es wird deshalb hier die Gründüngung im ersten Jahre häufig eine weniger intensive Wirkung, dagegen eine bessere Nachwirkung zeigen als auf dem Sandboden.

Soweit die allgemeinen Betrachtungen.

Sehen wir nun zu, welche Erfahrungen man mit der Gründüngung auf den Sandböden und den besseren Böden gemacht hat.

1. Die Gründüngung auf Sandböden.

a) Die Form und Wirkung der Gründüngung.

Auf dem Sandboden kommt bekanntlich die Gründüngung in Frage als Hauptfrucht, als Stoppelsaat und als Untersaat. Die erstere Form der Gründüngung kann nur für einen ganz armen Boden mit billiger Pacht in Frage kommen, da man unter anderen Verhältnissen eine ganze Ernte nicht missen kann. Als Stoppelsaat kommen hauptsächlich in Frage die Lupinen, dann aber auch Gemische von Erbsen, Peluschken und Pferdebohnen, welche nach Roggen, Wintergerste oder früh reifender Sommergerste auszusäen sind. Als Aussaatmenge genügen 200 kg pro Hektar (1 Ztr. pro Morgen). Lupinen werden hier und da auch vorteilhaft im Gemisch mit Erbsen, Peluschken und Pferdebohnen ausgesät. v. Koziczkowsky[1]) empfiehlt die Aussaat mit Töpferschen Druckrollen vorzunehmen, wodurch ein vorzüglicher Aufgang erzielt werden soll. Als Untersaat kommt vorzugsweise in Frage die Serradella (30 kg pro Hektar), dann aber auch gewisse Kleearten, wie z. B. der Schwedenklee (10—15 kg pro Hektar). Der Klee ist möglichst zeitig auszusäen, während die Serradella, um eine zu üppige Entwicklung zu vermeiden, nicht vor Ende April ausgesät werden soll.

In welch hohem Maße die Erträge auf den Sandböden durch die Gründüngung gehoben werden können, das hat Schulz-Lupitz in glänzender Weise durch seine bahnbrechenden Arbeiten bewiesen. Um uns ein Bild von den durch die Gründüngung zu erzielenden Mehrerträgen zu machen, wollen wir die Versuche von Baeßler[2]) wählen, die wohl als exakte Gründüngungsversuche in erster Linie genannt werden dürften. Bei den von Baeßler in der Provinz Pommern ausgeführten Versuchen wurden pro Hektar mehr geerntet:

	Körner dz	Stroh dz
1. Humoser schwach lehmiger Sandboden (Roggen), im Mittel von sechs verschiedenen Gründüngungen, gelbe, blaue, weiße Lupinen, Serradella, Pferdebohnen und Leguminosengemenge .	+ 6,4	+ 10,2
2. Humoser lehmiger Sandboden (Roggen), gelbe Lupinen	+ 14,7	+ 26,1
3. Leichter Sandboden (Kartoffeln)	+ 26,0 dz Knollen	

Zu diesen zum Teil sehr hohen Mehrerträgen kommt noch die Nachwirkung der Gründüngung, die um so höher war, je geringer die

---

[1]) Jahrbuch der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft 1906. Band 21.

[2]) Jahresbericht der Versuchsstation Köslin 1906.

Ausnutzung des Gründüngungsstickstoffs im ersten Jahre war. Dies zeigen folgende Zahlen:

Versuch 1.

	Körner dz	Stroh dz
1. Jahr Nachfrucht (Roggen)	+ 6,4	+ 10,2
2. „ „ „	+ 5,2	+ 8,1
3. „ „ „	+ 4,7	+ 9,3

Versuch 2.

	Körner dz	Stroh dz
1. Jahr Nachfrucht (Roggen)	+ 14,7	+ 26,1
2. „ „ „	+ 3,2	+ 7,9

Bei dem zweiten Versuch, wo die Wirkung der Gründüngung im ersten Jahr eine außerordentlich hohe war, war die Nachwirkung eine schwächere als bei dem ersten Versuch, wo die Wirkung der Gründüngung im ersten Jahre eine geringere war.

Das sind Beispiele, die zeigen sollen, wie hohe Mehrerträge durch die Gründüngung auf Sandböden erzielt werden können. Man wird aber auch zahlreiche Beispiele dafür anführen können, daß die Gründüngung auch auf Sandböden oft versagt.

b) Ist die Gründüngung flach oder tiefer unterzubringen?

Auch hierüber stellte Baeßler eine größere Zahl von exakten Versuchen an und zwar in der Weise, daß einerseits die Gründüngungsmasse auf 20—25 cm, anderseits auf 10—15 cm untergebracht wurde. Es fielen diese Versuche zugunsten des flachen Unterbringens aus. So wurde z. B. auf lehmigem Sandboden durch das flache Unterbringen im Herbst mehr geerntet als durch das tiefere Unterbringen im Herbst:

	Körner dz	Stroh dz
Erste Nachfrucht (Roggen)	+ 2,9	+ 5,4
Zweite „ „	+ 1,0	+ 3,5

Man wird demnach gut tun, die Gründüngung nicht tiefer als 15—20 cm unterzubringen.

c) Soll die Gründüngung im Herbst oder Frühjahr untergepflügt werden?

Ein großer Fehler ist es, auf leichten Sandböden die Gründüngung schon im zeitigen Herbst unterzupflügen, da bei eintretender milder Witterung auf diesen tätigen Böden die Gründüngung sich sehr schnell zersetzt, wodurch große Stickstoffverluste entstehen. Man soll deshalb auf den Sandböden erst im Spätherbst, Winter oder zeitigen Frühjahr die Gründüngung unterbringen.

d) Die Beidüngung zur Gründüngung.

Sollen sich die Gründüngungspflanzen freudig entwickeln, so gebrauchen sie dazu auf den leichteren Böden eine Düngung von Kali und Phosphorsäure, unter Umständen — dies betrifft speziell die Kleearten — auch eine Kalkdüngung. Auf diesen Bedarf der Gründüngungspflanzen ist bei der Düngung der Vor- bzw. Deckfrüchte Rücksicht zu nehmen.

Was die Beidüngung zur untergepflügten Gründüngung betrifft, so ist unter allen Umständen Phosphorsäure und Kali zu geben, wenn eine ordentliche Ausnutzung des Gründüngungsstickstoffs durch die Nachfrüchte stattfinden soll. Ob noch eine Beigabe von Stickstoff stattzufinden hat und in welcher Höhe dieselbe zu bemessen ist, ist abhängig zu machen von dem Stande der Gründüngung, der Art der Nachfrüchte und der Ertragsfähigkeit der Böden. Eine solche Stickstoffgabe ist zweckmäßig immer in Form von Salpeter zu verabreichen.

e) Die Ausnutzung des Gründüngungsstickstoffs.

Diese gestaltet sich je nach den verschiedenen Verhältnissen außerordentlich verschieden. So wurden z. B. bei den Baeßlerschen Versuchen von 100 Teilen Gründüngungsstickstoff zurückgewonnen:

	Gründüngung flach	Gründüngung tief
Humoser lehmiger Sandboden[1]), Summa 4 Nachfrüchte	22,79	12,39
„ „ „ [2]), „ 2 „	34,03	22,85
Leichter Sandboden[3]), Summa 2 Nachfrüchte	40,04	31,86

Demnach wurden bei diesen Versuchen im Mittel durch die Ernten zurückgewonnnen beim flachen Unterbringen 32,29, beim tieferen Unterbringen 22,37 % Stickstoff. Die Nebenwirkung der Gründüngung veranschlagt Baeßler auf ein Drittel der Gesamtwirkung.

2. Die Gründüngung auf besseren Böden.

Der Gründüngung auf besserem Boden ist man erst seit wenigen Jahren näher getreten. Trotz dieser kurzen Zeit hat sie bereits an vielen Orten Eingang gefunden, wozu besonders die steigenden Salpeterpreise beitrugen. Die Gründüngungsfrage auf besserem Boden ist eine nicht so leicht zu beantwortende Frage, hauptsächlich deshalb nicht so leicht zu beantworten, als der Gründüngung auf den besseren Bodenarten durch die verschiedenen Bodenbearbeitungen eine Konkurrenz erwächst, die auf dem Sandboden nicht vorhanden ist. Zur Prüfung dieser

---

[1]) Mittel von blauen, weißen Lupinen, Serradella, Pferdebohnen, Leguminosengemenge.

[2]) Gelbe Lupinen.

[3]) Lupinengemenge.

wichtigen Frage ist es unbedingt notwendig, eine oder mehrere Gründüngungsfruchtfolgen anzulegen, die dauernd mit einer Fruchtfolge verglichen werden, in der nur Mineralstoffe zur Verabreichung kommen. Nur so ist es möglich, über den wahren Wert der Gründüngung auf besserem Boden Aufschluß zu erhalten. Daß für die verschiedenen Verhältnisse auf besserem Boden auch verschiedene Gründüngungspflanzen und verschiedene Nachfrüchte in Frage kommen, ist selbstverständlich.

Systematisch durchgeführte Gründüngungsversuche auf besserem Boden sind meines Wissens nur seitens der Versuchswirtschaft Lauchstädt und der Versuchsstation Köslin ausgeführt worden. Es mögen daher die Erfahrungen mitgeteilt werden, die dort mit der Gründüngung gemacht wurden.

a) Die Form und Wirkung der Gründüngung.

Was für Gründüngungspflanzen kommen für den besseren Boden in Betracht?

Es kommen vorzugsweise in Frage:

a) Als Stoppeleinsaat ein Gemisch von Pferdebohnen, Erbsen und Wicken oder auch nur von Pferdebohnen und Erbsen oder von Pferdebohnen und Wicken. Als zweckmäßige Aussaatmenge können angesehen werden: 200—240 kg auf 1 ha (100—120 Pfd. auf 1 Morgen), bestehend zur Hälfte aus Pferdebohnen, zur Hälfte aus Erbsen und Wicken. Als Vorfrüchte kommen in Frage: Roggen, Wintergerste, frühreifende Sommergerstensorten und Frühkartoffeln, wenn auf letztere Rüben folgen sollen. Je früher die Aussaat geschehen kann, um so besser. Weist der Boden mal in einem Jahre eine große Trockenheit auf, so säe man das Gemisch gar nicht aus, da das Mißraten dieser teuren Gründüngung, welches man in solchem Falle zu befürchten hat, mit großem Verlust verbunden ist.

b) Als Untersaat in das Getreide gewisse Kleearten, speziell Gelbklee (Medicago lupulina); Aussaatmenge 16—24 kg auf 1 ha (8—12 Pfd. pro Morgen). Als Deckfrucht können alle Getreidearten in Frage kommen, auch Winterweizen. Die Unterbringung kann auf verschiedenem Wege geschehen: Es kann der Klee, soweit es sich um Sommergetreide handelt, gleich mit diesem zusammen in die Reihen ausgesät werden oder später nach Aufgang des Getreides breitwürfig. Die letzte Methode dürfte vielleicht die zweckmäßigere sein. Man sät entweder den Klee vor der Hacke aus und hackt ihn ein, oder nach der Hacke, wobei er dann zweckmäßig mit einer leichten Egge untergebracht wird. So wird jetzt meist in Lauchstädt verfahren.

Die Frage, welche von diesen beiden Arten der Gründüngung (Stoppelsaat oder Untersaat) die vorteilhaftere ist, läßt sich heute

noch nicht sicher beantworten, da der Gelbklee neben Bohnen und Erbsen in Lauchstädt erst einige Jahre zum Anbau kam und wo anders solche vergleichende Versuche nicht vorliegen. In einem Jahre wird mal mehr Stickstoff gesammelt durch den Klee, in einem anderen mehr durch Erbsen und Bohnen. Dementsprechend ist auch die Wirkung dieser beiden Gründüngungsarten in den verschiedenen Jahren eine verschiedene.

Es wurden geerntet:

	Zuckerrüben					Kartoffeln				
	Auf 1 ha dz		Zucker in der Rübe	Zucker auf 1 ha dz		Auf 1 ha dz		Stärke	Stärke auf 1 ha dz	
	Ertrag	Mehrertrag	%	Ertrag	Mehrertrag	Ertrag	Mehrertrag	%	Ertrag	Mehrertrag
1906.										
Ohne Gründüngung	352,9	—	17,1	60,35	—	137,5	—	16,2	22,28	—
Erbsen, Bohnen . .	413,1	+60,2	17,4	71,88	+11,53	166,8	+29,3	16,9	28,19	+5,91
Gelbklee	422,9	+70,0	17,3	73,16	+12,81	184,7	+47,2	17,0	31,40	+9,12
1907.										
Ohne Gründüngung	—	—	—	—	—	208,5	—	16,1	33,57	—
Erbsen, Bohnen . .	—	—	—	—	—	261,5	+53,0	16,3	42,62	+9,05
Gelbklee	—	—	—	—	—	239,6	+31,1	?	?	?

Wir sehen, daß im Jahre 1906 der Gelbklee, im Jahre 1907 die Pferdebohnen und Erbsen den Sieg davontrugen.

Im Jahre 1906 wurden gegenüber ohne Gründüngung durch den Gelbklee mehr geerntet: 70 dz Zuckerrüben auf 1 ha (35 Ztr. pro Morgen) und 47,2 dz Kartoffeln auf 1 ha (rund 24 Ztr. pro Morgen). Auch Erbsen und Bohnen hatten gut gewirkt, aber in diesem Jahre nicht ganz die hohen Mehrerträge gebracht als der Gelbklee; es betrugen dieselben 60,2 dz Zuckerrüben auf 1 ha (30 Ztr. pro Morgen) und 29,3 dz Kartoffeln (rund 15 Ztr. pro Morgen). Der prozentische Zuckergehalt und Stärkegehalt erfuhr in diesem Jahre durch die Gründüngung keine Erniedrigung, sondern, wie die Zahlen zeigen, sogar eine Erhöhung, so daß die Gründüngung in diesem Jahre eine außerordentlich rentable war, ganz besonders rentabel die Gründüngung in Form von Gelbklee. Durch ihn wurden nicht nur die höchsten Mehrerträge erzielt, sondern es sind auch die Unkosten bei der Aussaat von Gelbklee erheblich niedriger als bei der Aussaat von Pferdebohnen und Erbsen. Während die letztere mit den Bestellungskosten auf 48 Mk. pro Hektar (12 Mk. pro Morgen) zu stehen kommt, kostet die Aussaat von Gelbklee etwa nur 12 Mk. pro Hektar (3 Mk. pro Morgen).

Im Jahre 1907 hatte die Gründüngung in Form von Bohnen und Erbsen besser abgeschnitten als die in Form von Gelbklee, was auch den in ihnen aufgespeicherten Stickstoffmengen vollständig entsprach. War im Jahre 1906 die von dem Gelbklee gesammelte Stickstoffmenge eine größere, so war das Umgekehrte der Fall im Jahre 1907. Es wurden in diesem Jahre mehr geerntet durch Pferdebohnen und Erbsen: 53,0 dz Kartoffeln auf 1 ha (26 ½ Ztr. pro Morgen), während durch den Gelbklee nur 31,1 dz Kartoffeln auf 1 ha (15½ Ztr. pro Morgen) mehr geerntet wurden. Der Grund hierfür war, daß der Gelbklee durch das Lagern des Getreides gelitten hatte.

Das Jahr 1908 wird höchstwahrscheinlich wieder eine bessere Wirkung des Gelbklees bringen, da durch den Gelbklee des Jahres 1907 erheblich größere Stickstoffmengen gesammelt wurden als durch die Erbsen und Bohnen des Jahres 1907.

So wirkt denn schon an ein und demselben Ort mal die eine, mal die andere Art der Gründüngung besser. Verlockender ist der Anbau von Gelbklee oder Schwedenklee, da die billige Kleeeinsaat mit keinem großen Risiko verbunden ist. Abzuwarten ist, ob nicht mit der Zeit Kleemüdigkeit eintritt. Auch darf eine Kleeeinsaat nicht da stattfinden, wo sich der Klee schon unter dem Getreide zu stark entwickelt, da in diesem Falle das Getreide leidet und die hierdurch zu befürchtenden Mindererntem die Vorteile der Gründüngung aufheben. Hierauf ist streng zu achten.

Ob außer Bohnen, Erbsen, Wicken und den Kleearten noch andere Gründüngungspflanzen für den besseren Boden in Frage kommen, muß geprüft werden. Gute Resultate, wenn auch nicht die gleichen wie mit den eben besprochenen Gründüngungspflanzen, sind in Lauchstädt auch mit geimpfter Serradella erhalten worden. Ob die Serradella und Lupine durch fortgesetzten Anbau sich auch dem besseren Boden so anpassen, daß sie für ihn ebenfalls als Gründüngungspflanzen in Frage kommen, muß die Zukunft lehren.

Als Gründüngungspflanze ganz zu verwerfen ist der Senf. Durch ihn erntet man meistens nicht mehr, sondern weniger als ohne jede Gründüngung. Es wurden z. B. in Lauchstädt geerntet:

	Doppelzentner auf 1 ha: Kartoffeln	Stärke
Gründüngung (Erbsen, Bohnen, Wicken)	274,0	53,70
Ohne Gründüngung (gleich nach der Ernte Stoppel umgebrochen)	250,4	48,08
Gründüngung (Senf)	226,0	43,40
Durch Gründüngung (Erbsen, Bohnen, Wicken)	**+ 23,6**	**+ 5,62**
„ „ (Senf)	**— 24,4**	**— 4,68**

Es wurden also durch die Gründüngung in Form von Erbsen, Bohnen und Wicken 23,6 dz Kartoffeln mit 5,62 dz Stärke auf 1 ha mehr, dagegen durch die Gründüngung in Form von Senf 24,4 dz Kartoffeln mit 4,68 dz Stärke weniger geerntet als da, wo der Acker nur gedreischart war. Daß nach der in Form von Senf angebauten Gründüngung die Erträge niedriger lagen als auf den nur gedreischarten Parzellen, lag daran, daß in dem unbestellten Lande die günstigen bakteriologischen Vorgänge weit mehr von statten gingen als in dem mit Senf bestellten Boden, welch letzterer als Nicht-Leguminose ja nur dadurch günstig wirken kann, daß er das Auswaschen von gebildetem Salpeter verhindert. Ein gleich ungünstiges Ergebnis für die Gründüngung in Form von Senf hat u. a. auch Koch, Göttingen, festgestellt, so daß es wohl die höchste Zeit ist, daß die Gründüngung in dieser Form von der Bildfläche verschwindet.

Von welchen Pflanzen wird die Gründüngung am besten ausgenutzt?

Als Nachfrüchte kommen für die Gründüngung auf besserem Boden hauptsächlich in Frage: die Zuckerrübe, Futterrübe, Kartoffel und der Hafer.

Sehr gut ausgenutzt wird die Gründüngung durch die Zuckerrübe. Es wurden in Lauchstädt im Durchschnitt von vier Jahren durch die Gründüngung in Form von Erbsen, Bohnen und Wicken auf 1 ha mehr geerntet:

Zuckerrüben

Doppelzentner auf 1 ha:

Wurzeln	Zucker	Rübenkraut
+ 60,05	**+ 9,55**	**+ 40,7**

Das sind erhebliche Mehrerträge, aus denen die hohe Rentabilität der Gründüngung ohne jede weitere Rechnung hervorgeht.

Der prozentuale Zuckergehalt hatte nur eine unerhebliche Erniedrigung durch die Gründüngung erfahren. Es betrug im Mittel von 4 Jahren die prozentische Zuckerdepression:

	Durch die Gründüngung (ohne Salpeter)			**0,20 %**
dagegen:	**Durch den Tiefstalldünger**	„	„	**0,77 %**
„	„ **Hofdünger**	„	„	**0,53 %**

Der Stalldünger, besonders der intensiv wirkende Tiefstalldünger, hatte also eine weit höhere prozentische Zuckererniedrigung hervorgerufen als die Gründüngung. Will man seitens der Zuckerfabriken die Gründüngung beanstanden, so müßte man erst recht die Stallmistdüngung verbieten, woran man heute bei unseren hochgezüchteten, sehr widerstandsfähigen Zuckerrüben gar nicht mehr denkt. Was anderes ist es, wenn neben der Gründüngung noch die übliche Stallmistdüngung verabreicht wird. In diesem Falle ist eine erhöhte Depression zu befürchten und eine Beanstandung der Düngung eher am Platze. Es wird aber einem vernünftigen Landwirt gar nicht einfallen, neben einer gut geratenen Gründüngung noch eine Stallmistdüngung in uneingeschränktem Maße zu geben. Das verbietet ihm schon sein eigenes Interesse.

Als ebenso vorteilhaft hat sich die Gründüngung bei der Futterrübe erwiesen. Es wurden z. B. durch die Gründüngung in Form von Bohnen, Erbsen und Wicken auf 1 ha mehr geerntet:

+ 85,75 dz Futterrüben.

Sehr ungleichmäßig haben die Kartoffeln die Gründüngung ausgenutzt. Es sind wohl mal durch die Gründüngung 40—50 dz Kartoffeln auf 1 ha mehr geerntet, mehrere Jahre aber nur 20—25 dz, und in einigen Jahren ist bei ihnen eine Wirkung der Gründüngung, trotzdem dieselbe gut geraten war, ganz unterblieben. Hierbei ist aber zu bemerken, daß die Kartoffel auf dem besseren Boden auch andere Stickstoffformen, wie Salpeter und Ammoniak, in den verschiedenen Jahren sehr ungleichmäßig verwertet. Es liegt dies hauptsächlich daran daß durch die besondere günstige Bearbeitung des Kartoffelackers, speziell durch das Anpflügen, der bessere humusreiche Boden in manchen Jahren der Kartoffel so viel Stickstoff bietet, als sie notwendig hat. Die Salpeterbildung ist im Kartoffelacker eine außerordentlich starke, vergleichbar mit der, wie sie im Brachacker verläuft. Die außerordentlich günstige Stallmistwirkung zu Kartoffeln ist meist weniger auf eine Stickstoffwirkung als vielmehr auf eine Mineralstoffwirkung, speziell Kaliwirkung, zurückzuführen. Versuche in der Versuchswirtschaft Lauchstädt haben gezeigt, daß eine dauernde Unterlassung der

Kalidüngung der Kartoffel mehr schadet als eine dauernde Unterlassung der Stickstoffdüngung. Auf dem Sandboden liegen die Verhältnisse anders. Der stickstoffarme Sandboden kann auch bei intensivster Bearbeitung des Kartoffelackers die für sie notwendige Stickstoffmenge nicht liefern; daher ist hier die Wirkung der Gründüngung zu Kartoffeln eine mehr regelmäßige und sichere.

Eine außerordentlich starke Reaktion zeigt der **Hafer** auf die Gründüngung. So betrug z. B. bei den Baeßlerschen Versuchen die Ertragssteigerung pro Hektar durch ein Wickengemenge:

Schwerer Lehmboden + **11,0 dz Körner** + **8,1 dz Stroh.**

Hierbei ist aber zu bemerken, daß bei üppig geratener Gründüngung der Hafer leicht zum Lagern kommt, besonders wenn reichliche Niederschläge eintreten. Auf diese Weise kann natürlich der ganze Vorteil der Gründünguug verloren gehen. So ist es wiederholt in Lauchstädt gegangen. Um dem Lagern vorzubeugen, ist es notwendig, daß man ein kleines Aussaatquantum, 80—100 kg auf 1 ha (40—50 Pfd. pro Morgen) und eine weitere Drillweite wählt.

b) Ist die Gründüngnng flach oder tiefer unterzubringen?

Empfiehlt sich schon für die meisten leichteren Böden ein mehr flaches als tieferes Unterbringen, so ist dies noch mehr der Fall für die schwereren Bodenarten. Baeßler erhielt folgende Zahlen:

Schwerer Lehmboden (Hafer)	Körner dz	Stroh dz
Durch Gründüngung im Herbst flach untergebracht	+ 11,0	+ 8,1
" " " " tiefer "	+ 7,4	+ 6,8
Durch flaches Unterbringen	+ 3,6	+ 1,3

Demnach wurden durch das flache Unterbringen der Gründüngung rund $3^1/_2$ dz Haferkörner pro Hektar mehr geerntet als durch das tiefere Unterbringen.

c) Soll die Gründüngung im Herbst oder Frühjahr untergepflügt werden?

Baeßler erhielt im Mittel zweier auf schweren Bodenarten mit Hafer ausgeführten Versuchen folgendes Ergebnis:

	Körner dz	Stroh dz
Gründüngung (Wickengemenge) im Herbst untergepflügt	+ 9,94	+ 7,75
Gründüngung (Wickengemenge) im Frühjahr untergepflügt	+ 9,31	+ 7,64
Durch Unterpflügen im Herbst	+ 0,63	+ 0,11

In Lauchstädt führten derartige vergleichende Versuche zu folgendem Ergebnis:

Zuckerrüben.

	Auf 1 ha Wurzeln dz	Zucker %	Zucker dz
Gründüngung (Erbsen, Bohnen und Wicken) im Herbst untergepflügt	447,26	17,3	77,38
Gründüngung (Erbsen, Bohnen und Wicken) im Frühjahr untergepflügt	426,35	17,4	74,19
Durch Herbstfurche	+ 20,91	— 0,1	+ 3,19

Futterrüben.

	Wurzeln dz
Gründüngung (Erbsen, Bohnen und Wicken) im Herbst untergepflügt	1032,50
Gründüngung (Erbsen, Bohnen und Wicken) im Frühjahr untergepflügt	974,20
Durch Herbstfurche	+ 58,30

In dem Fall, wo die Gründüngung im Herbst untergepflügt worden war, wurden also 20,91 dz Zuckerrüben und 58,30 dz Futterrüben mehr geerntet als in dem Fall, wo erst ein Unterpflügen der Gründüngung im Frühjahr erfolgte. Hiernach ist wohl auf besserem Boden ein Unterpflügen im Herbst einem Unterpflügen im Frühjahr vorzuziehen. Man wird also, soweit dies wirtschaftlich möglich ist, die Gründüngung vor Eintreten des Frostes unterzupflügen haben. Hat die Gründüngung in ihrer Entwicklung früher abgeschlossen, so kann man sie auch schon im zeitigen Herbst unterpflügen, da man auf dem besseren Boden infolge der hier stattfindenden langsamen Zersetzung der Gründüngungsmasse nennenswerte Verluste nicht zu befürchten hat. Ganz anders liegt die Sache auf dem Sandboden, wo das Unterpflügen zweckmäßig auf einen möglichst späten Termin im Herbst oder auf das Frühjahr zu verschieben ist.

d) Die Beidüngung zur Gründüngung.

Die Stickstoffzugabe.

Dieselbe ist abhängig zu machen erstens von dem Stand der Gründüngung und zweitens von dem Stickstoffbedürfnis der Nachfrucht. Bei gutgeratener Gründüngung haben die Kartoffeln und der Hafer, welch letzterer, wie gesagt, von den Halmfrüchten als Nachfrucht auf besserem Boden am meisten in Frage kommt, einen Zuschuß von Stickstoff nicht

notwendig. Der Hafer muß sogar in diesem Falle, um dem Lagern vorzubeugen, möglichst weit gedrillt werden. Bei weniger gut geratener Gründüngung haben die Kartoffeln, unter Umständen auch der Hafer, einen kleinen Zuschuß von Stickstoff notwendig. Es würde sich in solchen Fällen eine Beigabe von $^1/_2$—1 dz Salpeter auf 1 ha ($^1/_4$—$^1/_2$ Ztr. pro Morgen) empfehlen. Salpeter ist für diesen Zweck allen anderen Stickstoffformen vorzuziehen, da er diejenige Stickstoffform ist, welche die Pflanzen am schnellsten antreibt, worauf es hier hauptsächlich ankommt. Die stickstoffbedürftigeren Rüben haben unter allen Umständen einen Zuschuß von Stickstoff notwendig. Bei gut geratener Gründüngung gebe man den Rüben 2 dz Salpeter auf 1 ha (1 Ztr. pro Morgen), bei weniger gut geratener 3 dz auf 1 ha ($1^1/_2$ Ztr. pro Morgen).

Die Phosphorsäurezugabe.

Eine solche ist zur Gründüngung immer notwendig. Man gebe Rüben und Kartoffeln 50—60 kg Phosphorsäure auf 1 ha (25—30 Pfd. pro Morgen), dem Hafer 30 kg auf 1 ha (15 Pfd. pro Morgen). Die zweckmäßigste Form ist das Superphosphat.

Die Kalizugabe.

Auch diese spielt bei der Gründüngung eine außerordentlich wichtige Rolle und ist höchstens bei dem Hafer zu ersparen. Wie notwendig die Kalidüngung neben der untergepflügten Gründüngung für die Rüben und Kartoffeln ist, mögen folgende Beispiele zeigen:

Es wurden in Lauchstädt durch eine Kalidüngung neben untergepflügter Gründüngung (Erbsen, Bohnen und Wicken) auf 1 ha mehr geerntet:

+ 52,9 dz	Zuckerrüben	+ 10,78 dz	Zucker
+ 120,4 „	Futterrüben	+ 22,76 „	Trockensubstanz
+ 79,8 „	Kartoffeln	+ 12,31 „	Stärke.

Demnach wurden durch eine Beigabe von Kalisalzen zur untergepflügten Gründüngung pro Morgen mehr geerntet: 26 Ztr. Zuckerrüben, 60 Ztr. Futterrüben und 40 Ztr. Kartoffeln. Eine richtige Ausnutzung der Gründüngung kann demnach bei den Rüben und Kartoffeln nur stattfinden, wenn eine Beigabe von Kalisalzen erfolgt. Die Sache liegt hier ganz anders als bei der Stallmistdüngung. Mit der Stallmistdüngung führen wir dem Boden schon große Mengen von Kalisalzen zu, bei der Gründüngung ist dies nicht der Fall. Das Kali, welches in der Gründüngung steckt, haben die Gründüngungspflanzen — welche man auf besserem Boden für gewöhnlich nicht mit Kali düngt, auch

nicht nötig hat, mit Kali zu düngen — dem Boden entnommen. Zweckmäßige Kalimengen sind für die Rübe: 3 dz 40 %iges Kalisalz oder 6 dz Kainit auf 1 ha (1½ Ztr. 40 %iges Kalisalz oder 3 Ztr. Kainit pro Morgen), für die Kartoffel: 3 dz 40 %iges Kalisalz auf 1 ha (1½ Ztr. pro Morgen).

e) Die Ausnutzung des Gründüngungsstickstoffs.

Diese hat bei den in Lauchstädt und der Provinz Pommern auf schwerem Boden ausgeführten Versuchen je nach Jahr und Nachfrucht 20—40 % für das erste Jahr betragen.

D. Der Stalldünger.

1. Die Zusammensetzung des Stalldüngers.

Was zunächst die Zusammensetzung des Stalldüngers betrifft, so ist dieselbe bekanntlich je nach den verschiedenen Verhältnissen eine sehr verschiedene. Sie ist abhängig von der Tierart, dem Futter, dem Alter des Stalldüngers, der Art seiner Aufbewahrung und der Einstreu.

Es enthält nach Mentzel und von Lengerkes landwirtschaftlichem Kalender[1]) in Prozenten:

	Gesamtstickstoff %	Leichtlöslicher Stickstoff %	Von 100 Teilen Gesamtstickstoff sind löslich %
Gewöhnlicher Stallmist, frisch	0,50	0,20	40,0
Stallmist nach 3—5 Monaten, gut aufbewahrt	0,55	0,13	23,6
Stallmist nach 3—5 Monaten, überdacht gelagert	0,60	0,17	28,3
Stallmist aus Tiefstall	0,75	0,27	36,0

Von 100 Teilen Gesamtstickstoff enthält frischer Stalldünger infolge der noch nicht eingetretenen Stickstoffverluste die größte Menge an wirksamem Stickstoff. Von den länger aufbewahrten Stalldüngerarten steht der Tiefstalldünger obenan. Daß der aufbewahrte Stalldünger prozentisch mehr Gesamtstickstoff enthält, hat natürlich seine Ursache in dem Zusammenschmelzen der Gesamtmasse. Obige Prozentzahlen decken sich so ziemlich mit den in Lauchstädt ermittelten Zahlen, die jedenfalls den Tabellen mit zugrunde gelegt sind.

---

[1]) Tabellen von Stutzer.

Der Mist der verschiedenen Tierarten zeigt nach Mentzel und v. Lengerke[1]) folgenden mittleren Stickstoffgehalt:

	Gesamtstickstoff %	Leichtlöslicher Stickstoff %
Frischer Rindermist . . .	0,42	0,15
„ Pferdemist . . .	0,58	0,20
„ Schafmist . . .	0,85	0,30
„ Schweinemist . .	0,45	0,08

Hiernach ist der stickstoffreichste Dünger der Schafdünger, darauf folgt der Pferdedünger und dann der Rinder- und Schweinedünger. Bei weitem am ärmsten an leicht löslichem Stickstoff ist der Schweinemist. Bekanntlich zeigt denn auch der Schweinemist die geringste, der Schafmist die intensivste Stickstoffwirkung. Sehr wertvoll ist der frisch erzeugte, direkt aus dem Stall ablaufende Harn. Es enthält nach Mentzel und v. Lengerke der Harn vom Schaf 2 %, der vom Pferd 1,5 %, der vom Rind 1,0 % und der vom Schwein 0,4 %, und das alles Stickstoff in einer von den Pflanzen direkt aufnehmbaren Form, während bekanntlich der Kot- und besonders der Strohstickstoff eine sehr langsam fließende Stickstoffquelle darstellt. Sehr wenig wertvoll ist der von den Düngerstätten abfließende Harn, der infolge der durchgemachten Zersetzungen bzw. Umsetzungen und hinzugekommenen Niederschlagsmengen nur geringe Stickstoffprozente aufweist. So enthielt z. B. nach Lauchstädter Untersuchungen die von überdachter Düngerstätte abfließende Jauche nur 0,06, die von offener Düngerstätte sogar nur 0,01 % Stickstoff. Stutzer gibt in seiner Tabelle für die Jauche von überdachter Düngerstätte 0,25, für die von offener 0,22 % Stickstoff an.

2. Die Wirkung und Anwendung des Stalldüngers.

Von den in großem Maßstabe ausgeführten Versuchen über die Wirkung des Stalldüngers dürften wohl in erster Linie die in Lauchstädt auf dem dortigen humosen Lehmboden und die in Pentkowo (Posen) auf dem dortigen sandigen Lehmboden, welcher seinen Erträgen nach auch zu den besseren Böden gerechnet werden dürfte, in Frage kommen. Da die Erfahrungen, welche Gerlach in Pentkowo über die Wirkung des Stalldüngers gemacht hat, sich vollständig decken mit den in Lauchstädt gemachten Erfahrungen, so gewinnen die Lauchstädter Ergebnisse eine doppelte Bedeutung und dürften wohl für alle besseren Bodenarten von Gültigkeit sein. Die Versuche in Lauchstädt

[1] Tabellen von Stutzer.

sind ausgeführt worden einerseits mit einem gewöhnlichen Hofdünger, anderseits mit einem Tiefstalldünger, Stalldüngern, wie sie den praktischen Verhältnissen vollständig entsprechen. Die Fruchtfolge bei diesen Versuchen lautet: Zuckerrüben, Gerste, Kartoffeln, Weizen. Der Stalldünger ist stets nur gegeben worden zu den Wurzelfrüchten (Zuckerrüben und Kartoffeln), während die Nachwirkung des Stalldüngers immer bei den darauffolgenden Halmfrüchten (Gerste und Weizen) festgestellt wurde.

Aus diesen Versuchen ergibt sich folgendes:

a) Höchsterträge an Wurzelfrüchten (Rüben und Kartoffeln) sind mit künstlichen Düngemitteln allein nicht zu erreichen, sondern nur bei gleichzeitiger Stallmistdüngung.

Zuckerrüben:

Es wurden im Mittel mehrerer Jahre geerntet:

	Doppelzentner auf 1 ha Rüben	Zucker	Rübenkraut
Bei voller Mineraldüngung (5 dz Salpeter, 100 kg Phosphorsäure und 10 dz Kainit)	437,6	75,66	291,7
Bei voller Mineraldüngung (5 dz Salpeter, 100 kg Phosphorsäure und 10 dz Kainit) + Tiefstalldünger	533,6	88,11	366,6
Bei voller Mineraldüngung (5 dz Salpeter, 100 kg Phosphorsäure und 10 dz Kainit) + Hofdünger	503,1	85,63	366,9
Durch Tiefstalldünger	**+ 96,0**	**+ 12,45**	**+ 74,9**
„ Hofdünger	**+ 65,5**	**+ 9,97**	**+ 75,2**

Demnach wurden durch höchste Gaben von künstlichen Düngemitteln allein Höchsterträge nicht erzielt. Mit diesen waren mehr als 438 dz Zuckerrüben auf 1 ha (rund 220 Ztr. pro Morgen) nicht zu erreichen, während bei gleichzeitiger Verwendung von Stalldünger die Ernte auf 503 bzw. 534 dz auf 1 ha (252 bzw. 267 Ztr. pro Morgen) gebracht werden konnte. Daß durch eine weitere Steigerung der Salpetergabe die Erträge nicht weiter gesteigert werden konnten, zeigen folgende Versuche:

Es betrugen die Mehrernten:

Bei 2 dz Salpeter (ohne Stalldünger)	+ 53,7	dz Zuckerrüben
„ 4 „ „ „ „	+ 77,9	„ „
„ 6 „ „ „ „	+ 78,2	„ „
Bei 2 dz Salpeter (neben Salldünger)	+ 35,8	dz Zuckerrüben
„ 4 „ „ „ „	+ 31,2	„ „

Es war also auf den nicht mit Stallmist gedüngten Parzellen ein Überschreiten einer Salpetergabe von 4 dz Salpeter auf 1 ha (2 Ztr. pro Morgen), auf den mit Stalldünger gedüngten ein Überschreiten einer Salpetergabe von 2 dz Salpeter auf 1 ha (1 Ztr. pro Morgen) ohne jeden Erfolg gewesen.

Kartoffeln:

Die gleiche Erscheinung tritt bei den Kartoffeln hervor. Es wurden im Mittel mehrerer Jahre geerntet:

	Doppelzentner auf 1 ha Knollen	Stärke
Bei voller Mineraldüngung (4 dz Salpeter, 100 kg Phosphorsäure, 6²/₃ dz Kainit bzw. 2 dz 40 %iges Kalisalz)	248,9	48,89
Bei voller Mineraldüngung (4 dz Salpeter, 100 kg Phosphorsäure, 6²/₃ dz Kainit bzw. 2 dz 40 %iges Kalisalz) + Tiefstalldünger	312,2	59,03
Bei voller Mineraldüngung (4 dz Salpeter, 100 kg Phosphorsäure, 6²/₃ dz Kainit bzw. 2 dz 40 %iges Kalisalz) + Hofdünger	305,8	59,40
Durch Tiefstalldünger	**+ 63,3**	**+ 10,14**
„ Hofdünger	**+ 56,9**	**+ 10,51**

Mit künstlichen Düngemitteln allein konnten in Lauchstädt nicht mehr als 249 dz Kartoffeln auf 1 ha (125 Ztr. pro Morgen) geerntet werden, während bei gleichzeitiger Anwendung von Stalldünger die Erträge auf 306 bzw. 312 dz auf 1 ha (153 bzw. 156 Ztr. pro Morgen) stiegen.

Wie ist dies zu erklären? Man pflegt diese besondere Wirkung des Stalldüngers als mechanische Nebenwirkung zu bezeichnen. Der Stalldünger lockert und erwärmt bei seiner Zersetzung den Boden, Momente, durch welche die Wurzelfrüchte in ihrem Wachstum sehr gefördert werden. So gefördert, entnehmen sie dann auch mehr Nährstoffe dem Boden und der Düngung.

Es betrugen die durch die Rüben aufgenommenen Stickstoffmengen:

	Stickstoff kg:
Bei voller Mineraldüngung (5 dz Salpeter, 100 kg Phosphorsäure, 10 dz Kainit)	151,84
Bei voller Mineraldüngung (5 dz Salpeter, 100 kg Phosphorsäure, 10 dz Kainit) + Tiefstalldünger . . .	217,19
Bei voller Mineraldüngung (5 dz Salpeter, 100 kg Phosphorsäure, 10 dz Kainit) + Hofdünger	196,67
Durch Tiefstalldünger	**+ 65,35**
„ Hofdünger	**+ 44,83**

Trotz der außerordentlich hohen Salpetergaben war also die Stickstoffaufnahme durch die Stallmistdüngung noch ganz erheblich gesteigert worden, und so ist denn die sogenannte mechanische Nebenwirkung in letzter Instanz doch wieder auf eine erhöhte Nährstoffaufnahme der Pflanzen zurückzuführen.

Die Tatsache, daß Höchsterträge von Wurzelfrüchten mit den höchsten Gaben von künstlichen Düngemitteln allein nicht zu erreichen sind, sondern nur bei gleichzeitiger Anwendung von Stalldünger, hat natürlich mit der Rentabilität der Viehhaltung direkt nichts zu tun. Es kann unter Umständen die Stallmistwirkung eine noch so gute sein, die Viehhaltung braucht in solchem Falle doch nicht rentabel zu sein. Auch sollen die in obigen Beispielen aufgeführten Mengen an künstlichen Düngemitteln nicht empfehlenswerte Mengen bedeuten, sondern nur die fragliche Erscheinung demonstrieren.

b) Die Verwertung des Stalldüngers.

Es sind im Durchschnitt einer längeren Reihe von Jahren durch den Stalldünger folgende **Mehrerträge auf 1 ha** erzielt worden:

Zuckerrüben mit der Nachfrucht Gerste.

	Zuckerrüben			Gerste (Nachwirkung)	
	Wurzeln dz	Zucker dz	Rübenkraut dz	**Körner** dz	**Stroh** dz
Durch 400 dz Tiefstalldünger	+ **114,4**	+ 17,91	+ 105,3	+ **10,80**	+ **16,31**
„ 400 „ Hofdünger	+ **94,8**	+ 15,31	+ 87,8	+ **8,28**	+ **7,37**

Die durch den Stalldünger erzielten Mehrerträge waren demnach außerordentlich hohe, so hohe, wie sie auf leichterem Boden durch den Stalldünger im allgemeinen nicht erzielt werden. Es waren durch den Tiefstalldünger 57 Ztr., durch den Hofdünger 47 Ztr. Zuckerrüben, durch die Nachwirkung des ersteren 5½ Ztr. Gerstenkörner, durch die Nachwirkung des letzteren noch 4 Ztr. Gerstenkörner pro Morgen erzeugt worden. Daß der Tiefstalldünger eine bessere Wirkung zeigte als der Hofdünger, war bei seiner besseren Zusammensetzung nicht anders zu erwarten.

Rechnen wir 1 dz Rüben zu 2 Mk. einschließlich Schnitzel und Kraut (1 Ztr. Rüben = 80 Pf.), 1 dz Gerstenkörner zu 15 Mk., 1 dz Gerstenstroh zu 2 Mk., so betrug der Mehrerlös, welcher durch die beiden Stalldünger erzielt wurde:

Durch 400 dz Tiefstalldünger:

114,40 dz Rüben	1 dz 2 Mk. (einschließlich Schnitzel und Kraut)	=	228,80 Mk.
10,80 dz Gerstenkörner	1 dz 15 Mk.	=	162,00 „
16,31 „ Gerstenstroh	1 „ 2 „	=	32,62 „
		Sa.	423,42 Mk.

Durch 400 dz Hofdünger:

94,80 dz Rüben	1 dz 2 Mk. (einschließlich Schnitzel und Kraut)	=	189,60 Mk.
8,28 dz Gerstenkörner	1 dz 15 Mk.	=	124,20 „
7,37 „ Gerstenstroh	1 „ 2 „	=	14,74 „
		Sa.	328,54 Mk.

Demnach hatte sich zu Zuckerrüben mit der Nachfrucht Gerste 1 dz Tiefstalldünger im Durchschnitt der Jahre zu 106 Pf., 1 dz Hofdünger zu 82 Pf. verwertet.

Kartoffeln mit der Nachfrucht Weizen.

Es wurden auf 1 ha erzeugt:

	Kartoffeln		Weizen (Nachwirkung)	
	Knollen dz	Stärke dz	Körner dz	Stroh dz
Durch 280 dz Tiefstalldünger	+ 77,9	+ 9,63	+ 8,45	+ 17,56
„ 280 „ Hofdünger	+ 54,2	+ 9,22	+ 5,87	+ 6,83

Die erzielten Mehrerträge waren auch hier außerordentlich hohe. Es waren durch den Tiefstalldünger 39 Ztr., durch den Hofdünger 27 Ztr. Kartoffeln, durch die Nachwirkung des ersteren noch 4¼ Ztr., durch die Nachwirkung des letzteren noch annähernd 3 Ztr. Weizenkörner pro Morgen erzeugt worden.

Rechnen wir 1 dz Kartoffeln zu 2,50 Mk., 1 dz Weizen zu 16 Mk., 1 dz Stroh zu 2 Mk., so betrug der Mehrerlös, welcher durch die beiden Stalldünger erzielt wurde:

Durch 280 dz Tiefstalldünger:

77,90 dz Kartoffeln	1 dz 2,50 Mk.	=	194,75 Mk.
8,45 „ Weizenkörner	1 „ 16,00 „	=	135,20 „
17,56 „ Weizenstroh	1 „ 2,00 „	=	35,12 „
		Sa.	365,07 Mk.

Durch 280 dz Hofdünger:

54,20 dz	Kartoffeln	1 dz	2,50 Mk.	=	135,50 Mk.
5,87 „	Weizenkörner	1 „	16,— „	=	93,92 „
6,33 „	Weizenstroh	1 „	2,— „	=	12,66 „
			Sa.		242,08 Mk.

Demnach hat sich zu Kartoffeln mit der Nachfrucht Weizen 1 dz Tiefstalldünger zu 130 Pf., 1 dz Hofdünger zu 86 Pf. verwertet.

Nehmen wir die Mittelzahlen der Rüben-Gerste- und Kartoffel-Weizen-Versuche zusammen, so verwertete sich:

1 dz Tiefstalldünger zu 118 Pf.
1 „ Hofdünger „ 84 „

Da sich diese Zahlen mit den von Gerlach in der Versuchswirtschaft Pentkowo ermittelten decken und auch bei Anwendung von niedrigeren Stalldüngergaben eine wesentlich andere Verwertung sich nicht ergab, so können wir wohl den Wert von 1 Ztr. Tiefstalldünger zu 55—60 Pf., den von 1 Ztr. Hofdünger (mäßig verrottet) zu 40—45 Pf. annehmen. Die erhöhten Aberntungskosten, welche die durch den Stalldünger erzielten Mehrerträge erfordern, sind, wie die Rechnung zeigt, nicht in Anrechnung gekommen. Es werden diese Unkosten wieder reichlich ausgeglichen durch die Nachwirkungen, welche der Stalldünger noch in den späteren Jahren zeigt.

c) Die Ausnutzung des Stallmiststickstoffs.

Welche Mengen von Stickstoff nehmen die Pflanzen aus dem Stalldünger auf?

Es zeigten die für obige Versuche verwendeten Stalldünger folgende Zusammensetzung:

	Tiefstalldünger %	Hofdünger %
Gesamtstickstoff	0,792	0,614
Eiweißstickstoff	0,486	0,443
Stickstoff in schnell wirksamer Form	0,306	0,171

Demnach wurden dem Boden bei den Rüben-Gerste-Versuchen zugeführt:

	Gesamtstickstoff kg	Stickstoff in schnell wirksamer Form kg
Durch 400 dz Tiefstalldünger	316,8	122,4
„ 400 „ Hofdünger . .	245,6	68,4
Durch Tiefstalldünger	+ 71,2	+ 54,0

Von diesen dem Boden zugeführten Stickstoffmengen wurden im Durchschnitt jener Jahre in den Ernten wiedergefunden:

	Rüben		Gerste (Nachwirkung)		Summa Stickstoff kg
	Wurzeln kg	Kraut kg	Körner kg	Stroh kg	
Tiefstalldüngerparzellen . .	26,11	28,82	18,09	9,38	82,40
Hofdüngerparzellen . . .	18,13	21,32	15,26	2,78	57,49

Die prozentuale Ausnutzung des Stallmiststickstoffs war hiernach folgende:

Es enthielt		Von 100 Teilen Gesamtstickstoff wurden aufgenommen in zwei Jahren %
der Tiefstalldünger	316,80 kg Gesamtstickstoff	
die Mehrernte (Rüben u. Gerste)	82,40 „ Stickstoff . .	= **26,0**
der Hofdünger	245,60 „ Gesamtstickstoff	
die Mehrernte (Rüben u. Gerste)	57,49 „ Stickstoff . .	= **23,4**

Es wurde also bei einer Düngung von 400 dz Stalldünger auf 1 ha (200 Ztr. pro Morgen) nur etwa ein Viertel des durch den Stallmist zugeführten Stickstoffs in zwei Jahren von den Pflanzen aufgenommen. Es sei hierzu bemerkt, daß bei Verwendung von kleineren Stallmistgaben die prozentuale Ausnutzung des Stallmiststickstoffs zuweilen eine etwas höhere ist und auch in gewissen Jahren durch eine Beigabe von Salpeter erhöht wird; unter den meisten Verhältnissen wird man aber mit einer höheren **Ausnutzung** als **25—30** % nicht rechnen können.

Wie kommt es, daß die Ausnutzung des Stallmiststickstoffs eine so niedrige ist?

Es liegt dies daran, 1. daß der Kot, besonders aber das Stroh, eine sehr langsam fließende Stickstoffquelle vorstellt, und 2. daß durch die Pilze und Bakterien, welchen in der durch den Kot und das Stroh zugeführten organischen Substanz eine mehr oder weniger ausgiebige Nährstoffquelle (Kohlenstoffquelle) geboten wird, ein Teil des löslichen Stickstoffs festgelegt bzw. zerstört wird.

d) Soll der Stalldünger tief oder flach untergepflügt werden?

Das tiefere Unterpflügen des Stalldüngers kommt nur in Frage bei der Rübe, wo man bisher meistens den Stalldünger auf 12—14 Zoll untergepflügt hat. Ist dies richtig, oder soll man ihn flacher, etwa

nur auf 5—6 Zoll unterpflügen und den Untergrund mit dem Untergrundpflug lockern? Pflügt man den Stalldünger flach unter, so wird sich die organische Substanz entschieden schneller zersetzen, schneller übergeführt werden in Pflanzennahrung als bei einem tieferen Unterpflügen. Auf der anderen Seite liegen aber beim flacheren Einpflügen die Verhältnisse für die Rübe ungünstiger, auch dann, wenn die weitere Ackerschicht mit dem Untergrundpflug gelockert wird: 1. findet die Rübe beim flachen Unterbringen des Stalldüngers in den unteren Schichten nicht so reichliche Mengen von Nährstoffen, und 2. wirkt eine mit organischer Masse durchsetzte Schicht mechanisch immer noch besser als eine nur gelockerte. So kann denn die Frage nur durch einwandfreie praktische Versuche entschieden werden.

Solche Versuche sind denn nun in der Provinz Sachsen in Angriff genommen worden, und zwar auf drei verschiedenen Bodenarten, einem Tonboden, einem humosen Lehmboden und einem Sandboden. Es wurde bei diesen Versuchen so verfahren, daß einerseits der Stalldünger auf 12 Zoll untergepflügt wurde, anderseits nur auf 6 Zoll, wobei der Boden auf 12 Zoll mit dem Untergrundpflug gelockert wurde. Die Stalldüngergabe wurde auf 300 dz auf 1 ha (150 Ztr. pro Morgen) bemessen. Eine weitere Stickstoffgabe in Form von Salpeter oder Ammoniak fand, um die Unterschiede in der Wirkung des Stalldüngers mehr hervortreten zu lassen, nicht statt. Dagegen wurde eine angemessene Phosphorsäuregabe in Form von Superphosphat und auch eine Kaligabe verabreicht.

Bisher liegt nur ein Ergebnis vor. Es wurden geerntet:

	Zuckerrüben dz auf 1 ha
300 dz Stalldünger auf 12 Zoll untergepflügt	447,5
300 dz „ „ 6 „ „ (auf 12 Zoll mit Untergrundpflug gelockert)	446,6
Ohne Stalldünger auf 12 Zoll gepflügt	416,5
„ „ „ 6 „ „ (auf 12 Zoll mit Untergrundpflug gelockert)	413,4

Das flache Unterbringen des Stalldüngers hatte demnach keine Vorteile gebracht. Ein abschließendes Urteil über diese Frage wird erst nach mehreren Jahren abgegeben werden können. Jedoch glaube ich, daß durch das flache Unterbringen des Stalldüngers zu Zuckerrüben besondere Vorteile nicht zu erzielen sind. Hierfür sprechen die oben angeführten Überlegungen und die hohen Mehrerträge, welche bei den langjährigen statischen Versuchen der Versuchswirtschaft Lauchstädt beim tieferen Unterpflügen des Stalldüngers auf 12 Zoll erzielt wurden.

3. Die Stickstoffverluste des Stalldüngers beim Lagern und die Einschränkung derselben (Konservierung).

Der Stalldünger erleidet bekanntlich beim Lagern große Stickstoffverluste. Die Verluste betreffen fast ausschließlich den wertvollen Harnstickstoff. Der Harn unterliegt gleich nach seiner Ausscheidung aus dem tierischen Körper der Harngärung, wobei der zunächst nicht flüchtige Harnstickstoff in kohlensaures Ammoniak verwandelt wird, welches sich leicht spaltet und in großen Mengen in die Luft entweicht. Diese Verluste sind um so größer, je mehr der Harn der Luft ausgesetzt ist, und finden statt sowohl im Stalle als auf der Düngerstätte. Auf der letzteren wird dann weiter ein Teil des gebildeten Ammoniaks in Salpeter verwandelt, welcher durch Bakterien zu freiem Stickstoff reduziert wird, der auch wieder in die Luft entweicht. Zu diesem Zerstörungswerk finden die Bakterien eine reichliche Nährstoffquelle (Kohlenstoffquelle) in der organischen Substanz des Kotes und des Strohes. Außer diesen Verlusten erleidet der Stalldünger hinsichtlich seiner Stickstoffverbindungen noch insofern eine Veränderung, als ein großer Teil der löslichen, wertvollen Stickstoffverbindungen (Harnstoff, Ammoniak, Salpeter) durch die Tätigkeit von Bakterien und Pilzen in unlösliche Stickstoffverbindungen (Eiweißverbindungen) übergeführt wird, wodurch die Qualität und Wirkung des Stalldüngers wesentlich verschlechtert wird.

Die Höhe der Stickstoffverluste, welche der Stalldünger unter verschiedenen Verhältnissen erleidet, ist nicht nur geschätzt, sondern auch unter rein praktischen Verhältnissen auf das genaueste ermittelt worden. Solche Ermittelungen sind unter anderem auch in der Versuchswirtschaft Lauchstädt ausgeführt worden. **Ein Beispiel dafür:** Es wurde ein Fütterungsversuch mit je zwölf Stück Ochsen gleichzeitig und unter gleichen Verhältnissen in einem Tiefstall und einem gewöhnlichen Stall ausgeführt. Der Versuch dauerte 136 Tage, während welcher Zeit der Dünger im Tiefstall unter den Tieren liegen blieb, aus dem gewöhnlichen Stall dagegen tagtäglich auf eine gewöhnliche Düngerstätte gebracht wurde. Während des Versuches mußte um die Mitte der Versuchszeit aus jeder Abteilung ein Tier ausgeschaltet werden, so daß nur mit $11^1/_2$ Stück gerechnet werden konnte. Sämtliche Futtermittel und ebenso die Einstreu waren auf Stickstoff untersucht worden, so daß man unter Berücksichtigung der geringen Menge von Stickstoff, welche zum Ansatz gekommen war, genau wußte, wieviel Stickstoff der Dünger hätte enthalten müssen, wenn Stickstoffverluste nicht stattgefunden hätten.

Es waren nun in Summa der Ausscheidungen und Einstreu

zu erwarten **im Tiefstall** 469,30 kg Stickstoff
gefunden „ „ 407,60 „ „

Verlust: 61,70 kg Stickstoff = 13,2 % des vorhandenen Stickstoffes;

zu erwarten **auf offener Düngerstätte** 467,65 kg Stickstoff
gefunden „ „ „ 292,73 „ „

Verlust: 174,92 kg Stickstoff = 37,4 % des vorhandenen Stickstoffs.

Rechnen wir diese Stickstoffverluste auf das Jahr und Stück um, so betrugen im Tiefstall die Stickstoffverluste 14,2 kg, auf der gewöhnlichen Düngerstätte 40,6 kg Stickstoff pro Jahr und Stück. Betrugen die Stickstoffverluste im Tiefstall schon pro Jahr und Stück 28½ Pfd. = ca. 2 Ztr. Chilesalpeter, so hatten sie auf der Düngerstätte die ungeheure Höhe von 81 Pfd. = über 5 Ztr. Chilesalpeter erreicht. Das sind also ganz gewaltige Mengen.

Die Überlegenheit des Tiefstalldüngers möge noch folgende Zusammensetzung zeigen:

	Gesamtstickstoff %	Löslicher Stickstoff %	Von 100 Teilen Gesamtstickstoff sind löslich %
Tiefstalldünger .	0,777	0,271	34,9
Hofdünger . . .	0,554	0,122	22,0

Die von der offenen Düngerstätte abgeflossene Jauche kam mit ihrem Stickstoffgehalt gar nicht in Frage; sie enthielt nur 0,01 % Stickstoff.

In Anbetracht der gewaltigen Stickstoffverluste, welche der Stalldünger bei seiner Aufbewahrung erleidet, hat man alles mögliche versucht, diese Stickstoffverluste, welche man pro Jahr und Stück Großvieh je nach Aufbewahrung des Stalldüngers zu 2—5 Ztr. Salpeter annehmen kann, zu beseitigen oder wenigstens einzuschränken.

Wir wollen nun die einzelnen Methoden der Konservierung besprechen und sehen, welche von ihnen für die Praxis brauchbar sind.

a) Die Aufbewahrung des Stalldüngers ohne Zusatz von chemischen Konservierungsmitteln.

Die getrennte Aufbewahrung des direkt aus dem Stall abfließenden Harnes.

So gut wie vollständig lassen sich die Stickstoffverluste vermeiden durch eine getrennte Aufbewahrung des frisch aus dem Stall abfließenden Harnes. Die Methode der getrennten Aufbewahrung der tierischen Aus-

scheidungen ist zuerst von v. Soxhlet vorgeschlagen und zu jener Zeit auch von Krüger und dem Verfasser vom wissenschaftlichen Standpunkte als die richtigste erkannt worden. Auch die später von Immendorff auf Veranlassung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft angestellten Konservierungsversuche haben gezeigt, daß mit dieser Methode der größte Effekt erzielt werden kann. Daß bei der getrennten Aufbewahrung des Harnes die Verluste so gut wie vollständig vermieden werden können, liegt daran, daß bei einer derartigen Aufbewahrung der Harn nicht der Luft ausgesetzt wird, wie dies bei der gemischten Aufbewahrung mit Kot und Stroh geschieht, und daß die schädlichen Organismen für ihr Zerstörungswerk nicht die nötige Kohlenstoffquelle, die ihnen bei der gemischten Aufbewahrung in Form von Kot und Stroh geboten wird, finden. Den allerhöchsten Erfolg von einer Stallmistdüngung, so zeigten unsere früheren Versuche, hat man, wenn man den frisch aus dem Stall ablaufenden Harn für sich aufbewahrt und Kot und Stroh mit Wasser verrotten läßt und sodann zur Anwendung bringt. Es ist nun nicht zu leugnen, daß diese Art der Konservierung dem Landwirt große Schwierigkeiten macht. Es gehören dazu außerordentlich große Jauchegruben, und es müßte der wertvolle unzersetzte Harn, seinem Stickstoffgehalt entsprechend, in feiner Verteilung dem Felde einverleibt werden, wenn man den richtigen Nutzen haben will. Die Zeit scheint noch nicht gekommen zu sein, wo man Lust hat oder aber die wirtschaftlichen Verhältnisse es ermöglichen, sich zu dieser Umgestaltung der Düngerfrage zu bequemen. Die Technik schreitet aber unaufhaltsam fort, und sie wird auch hier eingreifen. Wir haben nun vielfach von den Landwirten folgende Aussagen gehört: „Wir wissen nicht mehr, was wir machen sollen; einerseits wird uns gesagt, wir sollen den Stalldünger feucht und fest halten, anderseits sollen wir den Harn ganz getrennt aufbewahren, und das sind doch Widersprüche." Diese beiden Ratschläge stehen durchaus nicht im Widerspruch, sondern vielmehr vollkommen im Einklang. Durch ein Feucht- und Festhalten bezwecken wir, den Harn möglichst von der Luft abzuschließen, nach Möglichkeit in dem Mischdünger eine Flüssigkeitssäule zu schaffen. Dies erreichen wir aber im vollkommensten Maße bei der isolierten Aufbewahrung des Harnes.

Der Tiefstall und die Düngerstätte.

Wir haben im letzten Abschnitt gesehen, daß die vollkommenste Konservierung des Stickstoffes dadurch erreicht wird, daß man den frisch vom Stall abfließenden Harn für sich aufbewahrt. Dies ist zu einem

großen Teil darauf zurückzuführen, daß der Harn bei der isolierten Aufbewahrung am meisten von der Luft abgesperrt wird. Bei der üblichen gemischten Aufbewahrung wird man sich diesem Ideal um so mehr nähern, je feuchter und fester der Mischdünger aufbewahrt wird. Je mehr dies geschieht, um so weniger Zutritt hat die Luft, um so geringer sind die Stickstoffverluste, wie dies ja auch in der Praxis bekannt ist. In dieser Beziehung steht der Tiefstall obenan. Hier erfährt der Dünger die beste mechanische Pflege, indem er gleich unter den Tieren liegen bleibt und festgetreten wird. Hierdurch wird die Ammoniakverflüchtigung wesentlich eingeschränkt und kann auch von einer Salpeterzersetzung kaum die Rede sein, da sich infolge des besseren Luftabschlusses, so wie er im Tiefstall vorhanden ist, so gut wie gar kein Salpeter bildet. Wir haben gesehen, daß der Tiefstalldünger eine weit bessere Zusammensetzung aufweist als der gewöhnliche Hofdünger und auch eine bessere Wirkung zeigt als der letztere, vorausgesetzt natürlich, daß er auch richtig in den Ackerboden gebracht wird. Wenn man über einen Tiefstall nicht verfügt, so heißt es eine Düngerstätte anzulegen, welche sich möglichst den Verhältnissen des Tiefstalles nähert. Die beste Düngerstätte wäre ein richtiges Düngerhaus, dessen Dach nur so hoch zu sein hätte, daß ein beladener Düngerwagen ein- und ausfahren kann. Doch eine solche Einrichtung ist teuer. Wer sich eine Düngerstätte in dieser idealen Form nicht anlegen kann, der soll, damit der Dünger nicht oben hinausragt, seine Düngerstätte wenigstens mit einer Mauer umgeben. Wer sich eine Überdachung leisten kann, der soll sich eine solche anschaffen, da in der überdachten Düngerstätte der Dünger vor der Sonne geschützt wird und ein Abfließen der Jauche, besonders bei Mitverwendung von Torf, so gut wie ganz vermieden werden kann. Vorteile der überdachten Düngerstätte sind aber nur vorhanden, wenn in dieser der Dünger festgetreten und feucht gehalten wird. An trockenen Tagen ist ein Besprengen mit Wasser notwendig. Läßt man den Dünger in der überdachten Düngerstätte austrocknen, so kann die Überdachung mehr Nachteile als Vorteile bringen. Die beste Lage der Düngerstätte ist die an der Nordseite des Stallgebäudes, und zwar so, daß die eine Längsseite der Düngerstätte von der Stallmauer gebildet wird, zu welcher zwei Quermauern gezogen werden. Hier lagert der Dünger nicht nur am besten, er kann auch schnell nach hier vom Stall gebracht und von den Tieren festgetreten werden. Wer sich hier eine Düngerstätte anlegen kann oder einen Stall baut, der soll diesen außerordentlich wichtigen Punkt ins Auge fassen.

Hervorgehoben mag noch werden, daß es sich empfiehlt, den im Stall abfließenden Harn mit Torf aufzufangen, wenn man nicht versteht, diesen für sich allein in richtiger Weise zu verwenden. In diesem Falle werden die Jaucherinnen mit Torf ausgefüllt, welche zweckmäßig etwas tiefer und breiter anzulegen und mit durchlöcherten Eisenplatten zu versehen sind. Der Torf ist jedesmal rechtzeitig, d. h. wenn er Harn nicht mehr aufzusaugen vermag, auf die Düngerstätte zu schaffen. In hervorragender Weise wirkt auch stickstofferhaltend humose Erde, deren Anwendung auf der Düngerstätte, soweit es die praktischen Verhältnisse zulassen, sich ebenfalls empfiehlt.

Verwendung von älterem, in Gärung begriffenem Stalldünger zur Konservierung des frischen.

Diese in Lauchstädt ausprobierte Methode besteht darin, daß man beim Anlegen des Düngerhaufens den frischen Stalldünger nicht direkt auf die Sohle der Düngerstätte bringt, sondern erst dann, wenn man die Sohle mit einer Schicht eines älteren, tüchtig in Gärung begriffenen Stalldüngers bedeckt hat. Eine solche Schicht älteren Stalldüngers entwickelt sogleich große Mengen von Kohlensäure, welche bindend auf den Ammoniakstickstoff des Stalldüngers wirken bzw. die Dissoziation des kohlensauren Ammoniaks verhindern. Später hilft sich der zu konservierende Stalldünger dadurch von selbst, daß er in seinen älteren Schichten selbst Kohlensäure in reichlicher Menge entwickelt, welche dann stickstofferhaltend auf die oberen Schichten wirkt. Eine noch bessere Wirkung wird man dadurch erzielen, daß man später noch einmal den frischen Stalldünger mit einem älteren durchschichtet. Das konservierende Prinzip ist also die natürliche Kohlensäure, für deren lebhafte Entwicklung man hauptsächlich bei der Anlage eines Düngerhaufens in beschriebener Weise Sorge zu tragen hat.

Bei Lauchstädter Versuchen betrug der **prozentuale Gehalt:**

Stalldünger bei gewöhnlicher Behandlung	0,708 %	**Stickstoff,**
Stalldünger auf Unterlage von altem . .	0,890 „	„

Der Verlust an Stickstoff betrug:

Stalldünger bei gewöhnlicher Behandlung . . .	30,31 %,
Stalldünger auf Unterlage, einschließlich der Verluste der Unterlage	16,94 „

Das ist gewiß ein bedeutender Erfolg. Wenn nun auch in der Praxis nicht überall so peinlich verfahren werden kann, als bei den Lauchstädter Versuchen verfahren wurde, so

ist doch sicher anzunehmen, daß auch dort mit jenem einfachen Verfahren gute Erfolge zu erzielen sind. Der Landwirt würde einfach so verfahren, daß er beim Ausfahren des Düngers, vielleicht aus der Mitte des Düngerhaufens, ein Quantum Dünger in einen besonderen Haufen beiseite wirft, mit welchem er dann vor dem Einbringen des frischen Düngers die Sohle der Düngerstätte in einer Höhe von etwa 20 cm bedeckt. Rentabler ist es vielleicht noch, den zurückgelegten Haufen so groß zu bemessen, daß später, vielleicht nach 3—4 Wochen, noch eine Schicht auf den bis dahin gewonnenen frischen Dünger gebracht werden kann. Eine ordentliche ummauerte Düngerstätte mit wasserdichter Sohle, so wie die Düngerstätten alle sein sollten, ist Bedingung für einen durchschlagenden Erfolg.

b) Die Aufbewahrung des Stalldüngers bei Zusatz von chemischen Konservierungsmitteln.

Die Anwendung von Säuren bzw. sauren Salzen in großen Mengen.

Durch große Mengen von Säuren, speziell Schwefelsäure, gelingt es, die Stickstoffverluste vollständig zu beseitigen, aber nur dann, wenn so viel Schwefelsäure dem Dünger zugesetzt wird, daß derselbe dauernd eine saure Reaktion behält. Hierzu ist nötig pro Tag und Stück Großvieh 1—1½ kg einer 50%igen Schwefelsäure; kleine Mengen von Schwefelsäure bringen nicht den gewünschten Erfolg. Daß große Mengen von Säuren jene Wirkung zeigen, kann uns nicht wundern, da in einem sauren Medium die schädlichen Bakterien nicht gedeihen können und eventuell gebildetes Ammoniak durch die Säuren gebunden wird. Eine Anwendung von so großen Mengen von Schwefelsäure, als zur vollständigen Konservierung des Stickstoffs notwendig sind, ist aber gefährlich und auch zu teuer, und außerdem konservieren wir durch die Schwefelsäure, wie unsere Versuche zeigten, nicht nur den Harn, sondern auch den Kot und das Stroh, und das letztere wollen wir nicht; Kot und Stroh sollen verrotten. So ist denn der Praxis von der Anwendung großer Mengen von Säuren abzuraten.

Die Anwendung von Konservierungsmitteln des Handels.

Als solche kommen bzw. kamen in den Handel: Sulfarin, Utilit, Patent Dr. Rippert. Diese und ähnliche Konservierungsmittel enthalten alle gewisse Mengen von freien Säuren: Schwefelsäure, Phosphorsäure, Flußsäure bzw. saure Salze, und wirken dementsprechend, in großen Mengen angewandt, wie die Schwefelsäure. In kleinen Mengen, so wie solche von den Händlern empfohlen

werden, üben sie gar keine oder nur eine unbedeutende Wirkung aus, wie z. B. ein in Lauchstädt ausgeführter Versuch zeigen möge:

	Verlust an Gesamtstickstoff %
Stalldünger, nicht konserviert	31,15
„ konserviert mit Konservierungsmittel (Patent Dr. Rippert)	37,72

Die Nutzlosigkeit derartiger Konservierungsmittel ist auch von vielen anderen Versuchsanstellern, z. B. von Gerlach und Immendorff, wiederholt nachgewiesen worden.

Die Anwendung von anderen chemischen Mitteln.

Eine große Anzahl von Konservierungsversuchen mit Superphosphatgips und Kainit, in Mengen von 1½—2 kg auf 1000 kg Lebendgewicht der Tiere angewandt, sind von Pfeiffer ausgeführt und neuerdings von Immendorff wiederholt worden. Bei allen diesen Konservierungsversuchen sind erhebliche Wirkungen auch durch diese Konservierungsmittel nicht erzielt worden, so daß auch sie nunmehr nicht in Frage kommen dürften.

Neuerdings hat man vielfach auch wieder den verhältnismäßig billigen Gips zur Konservierung empfohlen. Durch große Mengen (2½ kg für das Stück Großvieh) gelingt es, nach Lauchstädter Versuchen, gewisse Stickstoffmengen zu binden, trotzdem ist aber der Gips als Konservierungsmittel nicht zu empfehlen; der mit Gips behandelte Dünger zeigt infolge von Reduktionsprozessen Eigenschaften, welche der ersten Entwicklung der Pflanzen schädlich sind.

Ätzkalk kann selbstverständlich als Konservierungsmittel nicht in Frage kommen, aber auch der kohlensaure Kalk nicht. Kohlensaurer Kalk befördert die Salpeterbildung, was wir aber gar nicht beim Lagern des Stalldüngers anstreben dürfen, denn der entstandene Salpeter wird ja während des Lagerns des Stalldüngers wieder zersetzt. Eine intensive Salpeterbildung tritt aber auch nur dann ein, wenn wir den Dünger nicht zu fest lagern. Würden wir nun aber in Rücksicht auf eine Salpeterbildung den Dünger locker lagern, so haben wir durch die dann auftretenden weit größeren Verluste viel mehr Nachteile geschaffen als Vorteile durch den kohlensauren Kalk. Bei früher von Maercker wiederholt angeführten Versuchen hatte eine Erde gute Dienste getan, welche zufällig größere Mengen von kohlensaurem Kalk enthielt. Die Stickstoffbindung war aber auf die in größerer Menge angewendete Erde als solche zurückzuführen und

nicht auf den in ihr enthaltenen Kalk. Reiner kohlensaurer Kalk hat sich bei unseren Versuchen nicht bewährt.

Auch mit anderen Konservierungsmitteln, wie Eisen- und Kupfervitriol, hat man durchschlagende Erfolge bis jetzt nicht erzielt.

Besonders hervorgehoben sei noch zum Schluß, daß eine Konservierung nur Zweck hat, wenn man es versteht, den so erhaltenen Stickstoff auch wirklich in den Acker hineinzubringen. Fährt man Stalldünger bei trockenem, heißem Wetter und läßt ihn auf dem Acker liegen, so geht nachträglich alles verloren, was man sich erhalten hat. Bringt man aber den Stalldünger in richtiger Weise in den Ackerboden, so wird der besser konservierte Stalldünger auch immer besser wirken als der weniger gut behandelte und nicht bloß als Humusbildner anzusehen sein.

E. Die stickstoffhaltigen Handelsdünger.

Als solche stehen zur Verfügung: der Chilesalpeter, das schwefelsaure Ammoniak (bzw. das Ammoniaksuperphosphat), die aus der Luft gewonnenen Produkte (Kalkstickstoff, Stickstoffkalk und der norwegische Kalksalpeter) und die organischen Stickstoffdünger (Blutmehl, Hornmehl, Peruguano, Fleischmehl, Fischguano usw.).

1. Die Produktion und Zusammensetzung der stickstoffhaltigen Handelsdünger.

a) Der Chilesalpeter.

Dieser nimmt bekanntlich zurzeit unter allen stickstoffhaltigen Handelsdüngern den ersten Rang ein. Der Verbrauch steigt von Jahr zu Jahr.

Es betrug nach dem „Statistischen Jahrbuch für das Deutsche Reich“:

	1903 dz	1904 dz	1905 dz	1906 dz
Die Einfuhr	4 671 300	5 061 720	5 409 160	5 932 180
Die Ausfuhr	175 830	210 750	205 310	220 990
	4 495 470	4 850 970	5 203 850	5 711 190
1/4 für technische Zwecke	1 123 868	1 212 743	1 300 963	1 427 798
Für die deutsche Landwirtschaft	**3 371 602**	**3 638 227**	**3 902 887**	**4 283 392**

In der kurzen Zeit von 1903—1906 stieg also der Konsum seitens der deutschen Landwirtschaft um rund 1 Million Doppelzentner. Er betrug im Jahre 1906 über 4¹/₄ Millionen Doppelzentner. Die Gesamtausbeute in Chile beträgt jetzt jährlich rund 20 Millionen Doppelzentner. Wie lange die Salpeterlager noch ausreichen werden, den Bedarf an Stickstoff zu decken, steht mit Sicherheit nicht fest; man glaubt, daß sie nach 40—50 Jahren abgebaut sind. Dieser Umstand hat wohl mit zur Steigerung der Salpeterpreise, so wie eine solche in den letzten Jahren stattgefunden hat, beigetragen. Mehr aber als in diesem Umstand ist wohl die Ursache für die höheren Salpeterpreise in den höheren Produktionskosten und dem Zusammenschluß der Salpeterproduzenten zu suchen. Der Salpeterpreis in Hamburg stieg von 1895 bis jetzt von 14,85 Mk. auf 22 Mk. pro Doppelzentner. Bei dem jetzigen Preise von 22 Mk. für 1 dz kostet **1 kg Stickstoff** in einem Chilesalpeter mit 15,5 % Stickstoff **1,42 Mk.** (1 Pfd. Stickstoff 71 Pf.).

b) Das schwefelsaure Ammoniak.

Dieses, das Nebenprodukt der Gas- und Koksfabrikation, nimmt unter den stickstoffhaltigen Handelsdüngern den zweiten Rang ein. Wurden vor ein paar Jahren seitens der deutschen Landwirtschaft erst 1¹/₂ Million Doppelzentner schwefelsaures Ammoniak konsumiert, so ist im Jahre 1905 der Konsum über 2 Millionen Doppelzentner gestiegen, und soll die Produktion noch eine weitere Steigerung erfahren. Veranlassung zu dieser Steigerung gibt nicht nur der steigende Bedarf an Stickstoff, sondern auch die hohen Salpeterpreise der letzten Jahre.

Es betrugen in den Jahren 1903—1906[1]):

	1903 dz	**1904** dz	**1905** dz	**1906** dz
Die inländische Produktion rund	1 391 000	1 612 020	2 032 000	2 560 000
Die Einfuhr	351 680	351 650	480 050	321 540
	1 742 680	1 963 670	2 512 050	2 881 540
Die Ausfuhr	55 910	106 960	250 000	380 000
Verbrauch in Deutschland . . .	**1 686 770**	**1 856 710**	**2 262 050**	**2 501 540**

Demnach ist der Verbrauch an schwefelsaurem Ammoniak in den letzten Jahren ganz gewaltig gestiegen. Betrug derselbe 1903 1,7 Millionen Doppelzentner, so betrug er 1906 bereits 2,5 Millionen

[1]) Nach Mitteilung der Deutschen Ammoniak-Verkaufs-Vereinigung Bochum.

Doppelzentner. Diese Mengen werden fast ausschließlich seitens der Landwirtschaft konsumiert.

Das schwefelsaure Ammoniak enthält im Mittel 20,5 % Stickstoff; **1 kg Stickstoff** kostet in ihm zurzeit **1,25 Mk.** (1 Pfd. 62,5 Pf.). Demnach ist augenblicklich der Stickstoff im schwefelsauren Ammoniak billiger als im Chilesalpeter. Teurer als im schwefelsauren Ammoniak ist der Stickstoff in den Ammoniaksuperphosphaten. Es kostet z. B. jetzt 1 kg Stickstoff im Ammoniaksuperphosphat (9×9) **1,41 Mk.** (1 Pfd. 70,5 Pf.), im Ammoniaksuperphosphat (5×10) **1,52 Mk.** (1 Pfd. 76 Pf.). Damit ist der Stickstoff in den Ammoniaksuperphosphaten zum Teil teurer als im Chilesalpeter. Wir müssen also das Mischen teuer bezahlen. Eine gleichmäßige Mischung müssen wir aber haben, wenn Ammoniak und Superphosphat zusammen ausgestreut werden sollen, was aus folgenden beiden Gründen meistens sehr vorteilhaft ist: 1. ist die Verteilung bei Anwendung des Gemisches eine bessere, und 2. bindet das saure Superphosphat zum Teil das Ammoniak, wodurch eventuelle Verluste, welche durch Verflüchtigung von Ammoniak entstehen, herabgemindert werden.

c) Die aus der atmosphärischen Luft gewonnenen Produkte (der Kalkstickstoff, Stickstoffkalk und der norwegische Kalksalpeter).

In unerschöpflicher Menge finden wir den Stickstoff in der atmosphärischen Luft, welche zu 4/5 aus Stickstoff besteht. Der Berechnung nach enthält die über einem Hektar ruhende Luftsäule ca. 790 000 dz Stickstoff, äquivalent ca. 5 Millionen Doppelzentner Chilesalpeter; das ist also mehr, als an Chilesalpeter von der ganzen deutschen Landwirtschaft alljährlich verbraucht wird. Dieser Stickstoff befindet sich aber in der Luft in ungebundener Form. Er muß erst, um von den Pflanzen aufgenommen werden zu können, in eine passende Verbindung übergeführt werden. Wir haben gesehen, daß dieser Prozeß vollzogen werden kann von einigen niederen Organismen (den Knöllchenbakterien der Leguminosen und gewissen anderen niederen Bodenorganismen) und auch durch gewisse Naturerscheinungen (elektrische Entladungen, speziell Blitz). Die auf diese Weise dem Boden zufließenden Stickstoffmengen reichen aber bekanntlich längst nicht aus, um den Bedarf unserer Pflanzen an Stickstoff zu decken, und so ist man seit jeher bestrebt gewesen, den Stickstoff der Atmosphäre auf künstlichem Wege in eine für die Pflanzen aufnehmbare Form zu verwandeln. Daß dies möglich ist, besagen jene Naturerscheinungen und Experimente im kleinen, so wie man sie schon vor einer längeren Reihe von Jahren anstellte.

Zugleich zeigten aber alle Versuche, daß für die Gewinnung des Luftstickstoffs im großen außerordentlich große Elektrizitätsmengen notwendig sind, deren Erzeugung erst mit der Erfindung der Siemensschen Dynamomaschinen möglich wurde. Eine praktische Bedeutung haben bis jetzt zwei Verfahren erlangt, die sich wesentlich voneinander unterscheiden. Bei dem einen Verfahren (Verfahren von Frank und Caro) wird der Luftstickstoff durch die Karbide der Erdalkalien, speziell durch das Kalziumkarbid, welch letzteres durch das Zusammenschmelzen von Kohle und Kalk im elektrischen Ofen erzeugt wird, gebunden. Das so gewonnene Produkt hat man Kalkstickstoff bzw. Stickstoffkalk genannt. Bei dem anderen Verfahren (Verfahren von Birkeland und Eyde) wird der Stickstoff der atmosphärischen Luft auf elektrischem Wege oxydiert und als Endprodukt Salpetersäure gewonnen, welche als Kalksalpeter in den Handel kommt.

Die Gewinnung von Kalkstickstoff bzw. Stickstoffkalk. Als Ausgangsmaterial zur Herstellung dieser Produkte dient also das Kalziumkarbid, zu dessen Erzeugung große und billige elektrische Kräfte, so wie sie nur durch geeignete Wasserkräfte beschafft werden können, notwendig sind. Aus dem Karbid wird nun entweder an Ort und Stelle seiner Erzeugung das Stickstoffprodukt gewonnen oder aber das Karbid von dort bezogen und anderwärts weiter verarbeitet. Den ersteren Weg hat die Zyanid-Gesellschaft eingeschlagen, den zweiten die Gesellschaft für Stickstoffdünger in Westeregeln, die noch ein Patent erworben hat, welches ermöglicht, die Stickstoffbindung bei niedrigeren Temperaturen als sonst notwendig vorzunehmen.

Der Kalkstickstoff. Die Berliner Zyanid-Gesellschaft wählte zunächst für ihren Fabrikationsbetrieb Italien, welches nicht nur über gewaltige, bisher noch freie Wasserkräfte verfügt, sondern auch bereits eine leistungsfähige Karbidindustrie besitzt. Frank sagt uns über die voraussichtliche Entwicklung der dortigen Industrie folgendes[1]): „Es wurde im Jahre 1904 unter Beteiligung der alten deutschen Gesellschaft in Rom die Societa Generale per la Cianamide gebildet, welche sämtliche Patente und Verfahren zur Herstellung von Kalziumzyanamid und dessen Derivaten erwarb. Die Societa Generale hat dann die Patente für Italien und Österreich-Ungarn an die Societa Italiana per la Fabbricazione di Prodotti Azotati abgetreten, welch letztere bereits eine große Fabrik in Piano d'Orte an der Pescara, ganz in der Nähe des Adriatischen Meeres, in Betrieb gesetzt, und nachdem sich das Verfahren dort in allen Punkten, sowohl betreffs Darstellung wie An-

---

[1]) Referat auf dem internationalen Kongreß zu Wien. Illustrierte landw. Zeitung 1907, Nr. 43.

wendbarkeit des Produktes bewährte, bereits im ersten Geschäftsjahre eine bedeutende Vergrößerung des Betriebes auf 10000 t Jahresproduktion in Angriff genommen hat, wie auch von ihr die Errichtung großer Fabrikanlagen in Sebenico an der österreichischen und in Fiume an der ungarischen Küste des Adriatischen Meeres durchgeführt wird. Eine gewaltige Wasserkraft von 55000 H.P. ist noch in Almissa erworben, welche nach vollständigem Ausbau der Fabrik imstande sein soll, jährlich 1 Million Doppelzentner Kalkstickstoff zu produzieren.

Die Etablierung einer weiteren Anzahl von Fabriken ist durch Gesellschaften in die Hand genommen, welche von der Societa Generale unsere Patente erworben haben, so in Frankreich von der ‚Société francaise des produits azotés' bei Notre Dame de Briancon, von der ‚Société suisse' bei Martigny und von der in London domizilierenden ‚Northwestern Cyanamide-Company' bei Odde in Norwegen. Auch für die Vereinigten Staaten von Amerika wird jetzt über die Errichtung einer großen Fabrikanlage, für welche Wasserkräfte von 40000 H.P. bereits gesichert sind, unterhandelt. Was Deutschland betrifft, so ist eine kleinere Anlage von 2000 H.P. jetzt in der Nähe von Bromberg im Bau, und für eine zweite von 10000 H.P. sind in Süddeutschland die Verhandlungen abgeschlossen."

Wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir annehmen, daß dies eine etwas optimistisch gefärbte Darstellung ist. Jedenfalls hat wohl Frank ein wenig vorgegriffen. Nach Mitteilung der Verkaufsstelle für die Zyanid-Gesellschaft in Berlin werden jetzt in Piano d'Orte **100000 dz** fabriziert, was mit den Frankschen Mitteilungen allerdings übereinstimmt, und sollen im Jahre 1908 in der Anlage bei Bromberg **50000 dz**, im Jahre 1908 bzw. 1909 in Odde bei Bergen in Norwegen mit 28000 H.P. **500000 dz** produziert werden. **Für Deutschland** sollen 1908 bzw. 1909 mindestens **500000 dz** Kalkstickstoff zur Verfügung stehen. Was den Preis betrifft, so kostet **1 kg Stickstoff** im Kalkstickstoff **1,12 Mk.** (das Pfd. 56 Pf). Demnach ist der Stickstoff in diesem Düngemittel erheblich billiger als im Chilesalpeter.

Der Stickstoffkalk, welcher in seiner Zusammensetzung und seinen sonstigen Eigenschaften dem Kalkstickstoff fast ganz gleich ist, wird von der Gesellschaft für Stickstoffdünger in Westeregeln, Bezirk Magdeburg, G. m. b. H., nach dem Verfahren von Polzeniusz fabriziert. Dies Verfahren unterscheidet sich von dem ersten dadurch, daß dem Kalziumkarbid 10 % Chlorkalzium zugesetzt werden, wodurch die Aufnahme von Stickstoff schon bei wesentlich niedrigerer Temperatur

(700—800° C) stattfindet, während bei dem ersteren Verfahren 2000° C erforderlich sind. Das Kalziumkarbid wird für die hiesige Fabrikation aus der Schweiz bzw. Italien (?) bezogen. Die Stickstoffanlage zu Westeregeln ist in der Lage, jährlich **40000 dz** Stickstoffkalk herzustellen. Eine wesentlich größere Anlage ist in Hürth bei Köln a. Rh. im Bau und nähert sich ihrer Vollendung. Im Frühjahr 1908 soll diese Fabrik im Betrieb und in der Lage sein, **100—120000 dz** Stickstoffkalk zu produzieren, so daß also von der Gesellschaft für Stickstoffdünger Westeregeln **insgesamt** demnächst **ca. 150000 dz** in den Handel gebracht werden können. Das ist im Vergleich zum Chilesalpeter- und Ammoniakverbrauch nicht viel, für das Anfangsstadium, in welchem sich die junge Industrie befindet, doch aber ein befriedigendes Ergebnis. Im Stickstoffkalk kostet das **Kilo Stickstoff** ebenfalls **1,12 Mk.** (das Pfund 56 Pf.).

Soweit die Kalkstickstoff- und Stickstoffkalkproduktion. Welche Steigerung dieselbe einmal erfahren wird oder aber, ob man mal diese Stickstoffprodukte in Ammoniak umwandeln wird, was technisch leicht möglich ist, läßt sich heute noch nicht sagen.

Die Gewinnung von Kalksalpeter. Bei diesem Verfahren (Verfahren von Birkeland-Eyde) handelt es sich um eine Oxydation des Luftstickstoffs auf elektrischem Wege. Im Jahre 1903 machte Professor Birkeland in Christiania die Beobachtung, daß die elektrischen Entladungen eines mäßig hoch gespannten Wechselstromes innerhalb des magnetischen Feldes in der Form einer Scheibe zerpeitscht werden, wodurch die Verbrennung des Luftstickstoffs außerordentlich befördert wird. Der Vorteil gegenüber den früheren Verfahren dürfte im wesentlichen darin bestehen, daß bei weit geringerer elektrischer Spannung (5000 Volt, gegen früher mindestens 15000) größere Mengen Luft passieren können, aus denen eine billigere wie erheblich höhere Ausbeute an Salpetersäure als bisher erzielt werden soll[1]. Der Prozeß wird in einem Luftverbrennungsofen vorgenommen, welcher die Form einer Trommel hat und durch den Ingenieur Samuel Eyde konstruiert und vervollkommnet ist. In dieser Trommel wird der Luftstrom einer Temperatur von 3000° C ausgesetzt. Durch schnelle Abkühlung soll nun das in der elektrischen Flamme entstandene Stickoxyd (NO) fast ganz erhalten werden, während es bei den früheren Verfahren zum großen Teil wieder verloren ging. Das in einer

[1] So wurde in Arendal bei gleichem Aufwande an elektrischer Energie eine um ca. 16% höhere Ausbeute an Salpetersäure gewonnen als am Niagarafalle. Wiener landw. Zeitung, 14. April 1906.

Temperatur von 600—700° aus dem Ofen strömende Stickstoffoxyd verbindet sich mit Sauerstoff zu Stickstoffdioxyd (NO_2), und dieses wird durch eine Reihe von Türmen geleitet, mit Wasser gewaschen und ergibt eine 50%ige Salpetersäure, welche mit Kalk gesättigt wird. Diese Masse wird dann in Pfannen auf einen Schmelzpunkt von 450° gebracht und in Blechzylinder gegossen, in denen sie langsam gerinnt. In dieser Form gelangt das Fabrikat auf den Chemikalienmarkt[1]). Für Düngezwecke wurde anfangs das gewöhnliche kristallierte Kalziumnitrat fabriziert, dessen außerordentliche hygroskopische Eigenschaft seine praktische Verwendung sehr erschwerte. So berichtet von Feilitzen, der Leiter der Versuchsanstalt in Jonköping, daß es beim Ausstreuen zwischen den Fingern zerfloß und nur mit Torfmull gemisch angewandt werden konnte[2]). Man stellte deshalb ein basisches Kalziumnitrat her, welches jedoch nur 11,77% Stickstoff hatte. Naturgemäß bringt dieses Verfahren durch den Zusatz von Kalk eine Verteuerung der bisherigen Fabrikate mit sich; der geringere Stickstoffgehalt ist für den Absatz insofern recht ungünstig, daß er für den Konsumenten die Transportkosten pro Kilogramm Stickstoff erhöht und damit den Absatzkreis des künstlichen Kalksalpeters nicht unerheblich verengert. Diese letztere Erwägung mag dazu geführt haben, daß man jetzt bereits ohne Rücksicht auf die dadurch herbeigeführte weitere Erhöhung der Produktionskosten ein bereits teilweise entwässertes Salz von etwa 13% Stickstoff auf den Markt bringt[2]).

Die erste größere Salpeterfabrik wurde in Notodden (Norwegen) im Anschluß an die dort vorhandenen großen Wasserkräfte erbaut. Die Erfahrungen, welche man hier erzielte, ermutigten zu einem weiteren Ausbau dieser Anlage, so daß nach Vollendung dieser Anlage — vielleicht ist sie inzwischen erfolgt — dort in Notodden mit 25—30000 H.P. vielleicht 80—96000 dz Salpeter fabriziert werden können[2]). Durch Heranziehung weiterer größerer Wasserfälle will man sich in Norwegen Wasserkräfte von insgesamt 300000 H.P. verschaffen. Auch auf schwedischem Gebiet ist man dieser Frage näher getreten. Weiter mag erwähnt sein, daß sich die Badische Anilin- und Sodafabrik der Norwegischen Aktiengesellschaft angeschlossen hat.

Also auch in Norwegen und Schweden denkt man an ganz gewaltige Projekte. Wie weit sich diese verwirklichen werden, muß die Zukunft lehren. Bis jetzt ist

---

[1]) Technische Woche vom 9. und 16. Nov. 1906. Bericht des Ingenieurs Walter Schmidt, Christiania.

[2]) W. Rabius, Kritische Betrachtungen zur voraussichtlichen Lösung der Stickstofffrage. Verlag G. Fischer. Jena 1907.

die Produktion von Kalksalpeter noch eine sehr geringe, verschwindend klein gegen die großen Mengen von Chilesalpeter, welche alljährlich konsumiert werden. Jedenfalls hat die deutsche Landwirtschaft in allernächster Zeit mit dem Kalksalpeter kaum zu rechnen. Es ist auch anzunehmen, daß dort noch andere Industriezweige in den Wettbewerb um jene Wasserkräfte treten werden.

Der Kalksalpeter enthält 13 % Stickstoff. Es wird der Stickstoff in ihm zum Preise des Chilesalpeterstickstoffs abgegeben.

d) Die organischen Stickstoffdünger.

Die Menge des in Form von organischen Stickstoffdüngern zur Verfügung stehenden Stickstoffs ist im Vergleich zu dem in Form von Chilesalpeter und Ammoniak vorhandenen Stickstoffs nur eine geringe.

Es beträgt nach M. Hoffmann[1]) der Verbrauch:

von Blutmehl, Hornmehl, Wollstaub, Poudrette usw.	**500 000 dz,**
„ Guano, natürlichem	**436 556** „
„ Guano, künstlichem (Fischguano, Kadavermehl bzw. Fleischmehl	**278 293** „

Das sind insgesamt etwas über 1 Million Doppelzentner im Werte von etwas über 20 Millionen Mark, während die konsumierte Menge von Chilesalpeter und schwefelsaurem Ammoniak einen Wert von ca. 150 Millionen Mark repräsentiert. Dazu kommt noch, daß in jenem für die organischen Stickstoffdünger angegebenen Werte auch andere Pflanzennährstoffe, speziell die Phosphorsäure, eingeschlossen sind, so daß der Stickstoffwert, welchen die organischen Stickstoffdünger repräsentieren, niedriger liegt. Zu den Stickstoffmengen, welche in den oben aufgeführten Düngemitteln vorhanden sind, würden noch die geringen Mengen zu addieren sein, welche in Form von Knochenmehl zur Verfügung stehen.

Die mittlere Zusammensetzung der wichtigsten organischen Stickstoffdünger war nach Analysen der Kontrollstation zu Halle a. S. (H. C. Müller) Jahresbericht 1906, die folgende:

	Stickstoff %	Phosphorsäure %
Blutmehl	13,4	—
Hornmehl	12,0	—
Peruguano, roh	6,0	12,9 (Ges.)
„ aufgeschlossen .	6,9	9,8 (wasserlösl.)

[1]) Arbeiten der D. L. G. 1906, Heft 121.

	Stickstoff %	Phosphorsäure %
Fleischmehl, roh	5,6	13,3 (Ges.)
Fischguano, roh	8,4	11,8 (Ges.)
„ aufgeschlossen	5,4	9,8 (wasserlösl.)
Knochenmehl, roh	3,2	22,6 (Ges.)
„ aufgeschlossen	1,4	13,9 (wasserlösl.)

Der Stickstoff ist in diesen organischen Düngemitteln zumeist teurer als im Salpeter und Ammoniak, wie beispielsweise folgende Rechnung zeigen möge:

Es kosten 100 kg Peruguano „Füllhornmarke" (mit 7 % Stickstoff, 9,5 % Phosphorsäure und 1 % Kali) . . . . . . 16,60 Mk.
Demnach Phosphorsäurewert (9,5 kg P_2O_5 à 40 Pf. = 3,80 Mk.
„ Kaliwert (1,0 „ K_2O à 12 „ = 0,12 „ 3,92 „
Bleiben für 7 kg Stickstoff: 12,68 Mk.

Demnach kostet **1 kg Stickstoff** in Peruguano **1,81 Mk.**

Es kostet also 1 Pfd. Stickstoff im Peruguano rund 90 Pf., während 1 Pfd. Stickstoff im schwefelsauren Ammoniak nur 62 Pf., im Ammoniaksuperphosphat und Chilesalpeter 71 Pf. kostet. In Anbetracht dieses hohen Preises und in Anbetracht dessen, daß man mit Chilesalpeter und Ammoniak bei richtiger Anwendung derselben stets weiter kommt, haben die organischen Stickstoffdünger nur eine untergeordnete Bedeutung. Eine der wirksamsten ist immer noch der aufgeschlossene Peruguano.

2. Die Stickstoffausnutzung, Wirkung und Anwendung der stickstoffhaltigen Handelsdünger.

a) Die Stickstoffausnutzung.

Die unendlich vielen Versuche, welche über die Ausnutzung des Stickstoffs der verschiedenen Handelsdünger angestellt wurden, beweisen alle auf das bestimmteste, daß der Salpeter diejenige Stickstoffform ist, welche den Pflanzen die größten Mengen an Stickstoff zu liefern vermag. Einige Beispiele für die Stickstoffausnutzung der verschiedenen Düngemittel:

Vegetationsversuche.

Wagner[1]) fand im Mittel von 13 Versuchsreihen folgende Werte:

	Stickstoff-ausnutzung	Stickstoffausnutzung des Chilesalpeters = 100 gesetzt
Chilesalpeter	82	100
Schwefelsaures Ammoniak	77	94
Damaralandguano . . .	75	91
Peruguano	71	87
Junger grüner Klee . .	63	77
Hornmehl	61	74
Blutmehl	60	73
Bremer Poudrette . . .	49	60
Blankenburger Dünger .	42	51
Wollstaub	21	26
Ledermehl	13	16

Der Chilesalpeter lieferte also den Pflanzen die größte Menge an Stickstoff, darauf folgte das schwefelsaure Ammoniak. Setzt man die Stickstoffausnutzung des Salpeters = **100**, so betrug die des Ammoniaksalzes = **94**. An das Ammoniak schließen sich die besten Guanoarten an. In der Mitte zwischen Salpeter und Ammoniak stehen die Kalkstickstoffe, die bei diesen Versuchen nicht geprüft wurden. Sehr gut, noch etwas besser als Hornmehl und Blutmehl, hatte die zarte grüne Pflanzenmasse, welche in Form von jungem, grünem Klee gegeben worden war, abgeschnitten, ein Zeichen dafür, daß der organische Stickstoff in dieser Form sich schneller zersetzt als in den meisten trocknen organischen Stickstoffdüngern. Eine erheblich geringere Menge von Stickstoff lieferten die Bremer Poudrette und der Blankenburger Dünger, während der Wollstaub und besonders das Ledermehl kaum noch als Düngemittel angesprochen werden können.

Fast überall liest man noch, daß das Ammoniak erst in Salpeter umgewandelt werden müsse, um von den Pflanzen aufgenommen werden zu können. Das ist eine ganz irrige Ansicht. Daß das Ammoniak direkt von den Pflanzen aufgenommen werden kann, geht hervor:

1. aus Sterilisationsversuchen von Krüger und dem Verfasser. Es wurden z. B. geerntet:

	Senf, trocken g	Stickstoff in der Ernte g
Bei einer Düngung mit schwefels. Ammoniak (1,5 g N), Boden **nicht sterilisiert**	**67,3**	**1,205**
Gleiche Düngung, Boden **sterilisiert** . . .	**78,5**	**1,523**

[1]) Arbeiten der D. L.-G., Heft 80.

Daß eine Salpeterbildung in den sterilisierten Gefäßen nicht stattgefunden hatte, ging aus unbestellten gleich gedüngten Gefäßen hervor. Es wurden in diesen Gefäßen zur Zeit der Aberntung des Senfes gefunden:

Ammoniakgefäße, nicht sterilisiert 1,29 g Salpeterstickstoff,
" sterilisiert . . 0,00 " "

Die Pflanzen mußten also den Ammoniakstickstoff als solchen aufgenommen haben. Daß die Ernten in den sterilisierten Gefäßen etwas höher lagen als in den nicht sterilisierten, lag daran, daß durch das Sterilisieren, welches durch Erhitzen erfolgte, etwas Bodenstickstoff aufgeschlossen worden war;

2. aus der erfolgreichen Verwendung von Ammoniak bei Wasserkulturen und in Sumpfgegenden, wo eine Salpeterbildung nicht stattfinden kann;

3. aus Versuchen von A. Mayer, welcher die Pflanzen durch Bepinseln der Blätter mit Ammoniaksalzlösung ernährte.

Es steht also wohl fest, daß das Ammoniak direkt von der Pflanze als solches verwertet werden kann. Wenn das Ammoniak nur zu einem Teil als solches aufgenommen wird, so liegt dies eben nur daran, daß es im Boden bald in Salpeter umgewandelt wird.

Aus obigen Ergebnissen sehen wir, daß das schwefelsaure Ammoniak den Pflanzen weniger Stickstoff zu liefern vermag als der Chilesalpeter. Noch mehr kommt dies zum Ausdruck bei den Feldversuchen.

Feldversuche.

Von der Versuchsstation Darmstadt wurden z. B. im Durchschnitt einer sehr großen Anzahl von Versuchen folgende Zahlen ermittelt:

a) Alte Versuche.

	Stickstoffausnutzung		Setzt man die Stickstoffausnutzung des Chilesalpeters = 100, so hat die Ammoniakausnutzung betragen:
	Chilesalpeter	Schw. Ammoniak	
Roggen . .	56	41	73
Gerste . .	75	53	70
Hafer . . .	53	44	83
Futterrüben	60	39	65
Zuckerrüben	79	45	57
Kartoffeln .	46	35	76

Demnach wurden im Mittel von **100 Teilen** in der Düngung gegebenen Stickstoffs in den Ernten zurückerhalten:

bei Salpeterdüngung . . = 62 Teile,
„ Ammoniakdüngung . = 43 „

Oder setzt man **die Ausnutzung des Salpeterstickstoffs = 100,** so betrug **die Ausnutzung des Ammoniakstickstoffs nur 69.**

b) Neue Versuche.

	Stickstoffausnutzung Chilesalpeter	Stickstoffausnutzung Schw. Ammoniak	Setzt man die Stickstoffausnutzung des Chilesalpeters = 100, so hat die Ammoniakausnutzung betragen:
Roggen . .	54	37	69
Gerste . .	71	50	70
Hafer . . .	58	50	86
Weizen . .	55	44	80
Futterrüben	60	41	68
Zuckerrüben	72	54	75
Kartoffeln .	51	38	73

Demnach wurden im Mittel von **100 Teilen** in der Düngung gegebenen Stickstoffs in den Ernten zurückerhalten:

bei Salpeterdüngung . . = 61 Teile,
„ Ammoniakdüngung . = 45 „

Oder setzt man **die Ausnutzung des Salpeterstickstoffs = 100,** so betrug **die Ausnutzung des Ammoniakstickstoffs = 74.**

Von der Versuchsstation Halle wurden folgende Durchschnittszahlen gewonnen:

a) Alte Versuche.

	Stickstoffausnutzung Chilesalpeter	Stickstoffausnutzung Schw. Ammoniak	Setzt man die Stickstoffausnutzung des Chilesalpeters = 100, so hat die Ammoniakausnutzung betragen:
Roggen . .	82	53	65
Gerste . .	73	49	67
Hafer . . .	66	53	80
Weizen . .	64	44	69
Zuckerrüben	86	61	71

Hier wurden also im Mittel von **100 Teilen** in der Düngung gegebenen Stickstoffs in den Ernten zurückerhalten:

bei Salpeterdüngung . . = 74 Teile
„ Ammoniakdüngung . = 52 „

Oder setzt man **die Ausnutzung des Salpeterstickstoffs = 100,** so betrug **die Ausnutzung des Ammoniakstickstoffs = 70.**

b) Neue Versuche.

	Stickstoffausnutzung			Setzt man die Stickstoffausnutzung des Chilesalpeters = 100, so hat die Ausnutzung betragen:	
	Chilesalpeter	Schw. Ammoniak	Kalkstickstoff	bei Ammoniak	bei Kalkstickstoff
Gerste . .	49	43	33	88	67
Zuckerrüben	65	52	51	80	78
Kartoffeln .	35	29	25	83	71

Es wurden hier im Mittel von 100 Teilen in der Düngung gegebenen Stickstoffs in den Ernten zurückgewonnen:

bei Salpeterdüngung . . = 50 Teile,
„ Ammoniakdüngung . = 41 „
„ Kalkstickstoffdüngung . = 36 „

Oder setzt man **die Ausnutzung des Salpeterstickstoffs = 100,** so betrug **die Ausnutzung des Ammoniakstickstoffs = 83, die des Kalkstickstoffs = 72.**

Aus den in den Jahren 1902—1904 von den Versuchsstationen Halle, Bernburg, Bonn und Köslin angestellten Versuchen[1]) berechnet Wagner folgende Durchschnittszahlen:

	Stickstoffausnutzung		Setzt man die Stickstoffausnutzung des Chilesalpeters = 100, so hat die Ammoniakausnutzung betragen:
	Chilesalpeter	Schw. Ammoniak	
Roggen . .	59	39	66
Gerste . . .	67	43	64
Hafer . . .	70	59	84
Winterweizen	63	46	73
Futterrüben .	32	25	78
Zuckerrüben .	64	48	75
Kartoffeln[2]) .	—	—	—

Hier wurde im Durchschnitt von 100 Teilen in der Düngung gegebenen Stickstoffs in der Ernte zurückerhalten:

bei Salpeterdüngung . . = 59 Teile
„ Ammoniakstickstoff . . = 43 „

Oder setzt man **die Ausnutzung des Salpeterstickstoffs = 100,** so betrug **die Ausnutzung des Ammoniakstickstoffs = 73.**

Aus diesen vielen Versuchen geht also unzweifelhaft hervor, daß der Chilesalpeter den Pflanzen mehr Stickstoff zu liefern vermag als das schwefelsaure Ammoniak. Da, wo die günstigsten Bedingungen für die Ausnutzung

[1]) Arbeiten der D. L. G., Heft 121.
[2]) Nicht durchweg Stickstoff bestimmt.

des Ammoniakstickstoffs vorhanden sind, d. h. bei den Vegetationsversuchen, kommen die aus dem Ammoniak aufgenommenen Stickstoffmengen bald an die aus dem Salpeter aufgenommenen heran, während draußen auf dem Felde die Differenz zwischen der Ausnutzung des Salpeter- und Ammoniakstickstoffs eine größere ist. Beträgt die Ausnutzung des Ammoniakstickstoffs **in Gefäßen 90—95** % von der des Salpeterstickstoffs, so beträgt sie **auf dem Felde** nur 70—85 %, während die Ausnutzung des Kalkstickstoffs noch eine etwas geringere ist als die des Ammoniaks.

Wir haben uns nun nach dem Grund dieser Erscheinung zu fragen: Sowohl Salpeter als Ammoniaksalz sind löslich und direkt aufnehmbar von der Pflanze. **Wie kommt es, daß aus dem schwefelsauren Ammoniak weniger Stickstoff in die Pflanzen übergeht als aus dem Salpeter?**

Hierfür können verschiedene Gründe vorliegen:

1. Es kann eine Verflüchtigung des Ammoniaks eintreten, hervorgerufen durch den kohlensauren Kalk des Bodens. Je mehr Kalk ein Boden enthält, desto größer sind, wie Wagner zuerst nachwies, die Ammoniakverluste dieser Art, besonders wenn das schwefelsaure Ammoniak nicht sofort und ordentlich in den Boden gebracht wird. Dies kann uns eigentlich nicht wundern, wissen wir doch schon längst, daß wir das Ammoniak nicht mit Kalk, Mergel oder Thomasmehl ausstreuen dürfen, weil durch Kalk oder kalkhaltige Düngemittel freies Ammoniak aus dem schwefelsauren Ammoniak herausgetrieben wird. Bei gleichem Kalkgehalt sind diese Verluste auf den Sandböden größer als auf den humus- und feinerdereichen besseren Böden. Im allgemeinen sind aber die meisten Sandböden bekanntlich ärmer an dem die Ammoniakverluste hervorrufenden Kalk.

In Darmstadt[1]) wurden Versuche in der Weise ausgeführt, daß mit schwefelsaurem Ammoniak gedüngte Erde in flachen Schalen in einer Höhe von 4,5 cm im Freien der Luft ausgesetzt wurde, worauf nach 5 Tagen die Verluste ermittelt wurden.

Es betrug bei einem Lehmboden mit 0,83 % kohlensaurem Kalk der Stickstoffverlust:

1.	Boden ohne Mergelzusatz, Ammoniaksalz mit Boden vermischt	23,0 %
2.	Boden ohne Mergelzusatz, Amoniaksalz obenauf gestreut	23,6 „

[1]) Arbeiten der D. L.-G., Heft 80.

3. Boden mit Mergelzusatz, Ammoniaksalz mit Boden vermischt . . . . 25,8 %
4. Boden mit Mergelzusatz, Ammoniaksalz obenauf gestreut . . . . 27,2 „

In Halle wurden von D. Meyer und F. Münter nach dieser Richtung verschiedene Böden untersucht, wobei gleichzeitig auch der Kalkstickstoff geprüft wurde. Es wurde hier so verfahren, daß ein von Ammoniak befreiter Luftstrom über die verschiedenen Böden geleitet wurde. Der Luftstrom passierte danach eine Flasche mit titrierter Schwefelsäure, in welcher das entweichende Ammoniak bestimmt wurde. Die Dauer der Versuche betrug 6 Tage. Das schwefelsaure Ammoniak wurde zunächst auf eine flache Bodenschicht von 4 cm Höhe obenauf gestreut und dann auch bei einzelnen Versuchen, um das Eineggen nachzuahmen, mit dieser flachen Bodenschicht gemischt.

Das Ergebnis dieser Versuche war folgendes:

1. Sandboden: { 3,9 % abschlämmbare Teile. / 0,04 „ kohlensaurer Kalk.

	Verlust
Boden mit Kalkstickstoff	= 0,0 %
„ „ schwefelsaurem Ammoniak	= Spuren.

2. Humoser Lehmboden: { 26,8 % abschlämmbare Teile. / 0,46 „ kohlensaurer Kalk.

	Verlust
Boden mit Kalkstickstoff, trockene Luft durchgeleitet	= 3,2 %
„ „ „ feuchte „ „	= 4,2 „
„ „ schwefelsaurem Ammoniak, trockene Luft durchgeleitet	= 12,1 „
Boden mit schwefelsaurem Ammoniak, feuchte Luft durchgeleitet	= 12,7 „

3. Kalkreicher Tonboden: { 54,9 % abschlämmbare Teile. / 18,75 „ kohlensaurer Kalk.

	Verlust
Boden mit Kalkstickstoff, trockene Luft durchgeleitet	= 1,7 %
„ „ „ feuchte „ „	= 2,3 „
„ „ schwefelsaurem Ammoniak, trockene Luft durchgeleitet	= 6,9 „
Boden mit schwefelsaurem Ammoniak, feuchte Luft durchgeleitet	= 5,3 „
Boden mit schwefelsaurem Ammoniak, gemischt mit Boden, feuchte Luft durchgeleitet . . .	= 1,4 „

4. Kalkarmer Tonboden: { 60,1 % abschlämmbare Teile. 0,13 „ kohlensaurer Kalk.

	Verlust
Boden mit Kalkstickstoff, trockene Luft durchgeleitet	= 1,4 %
„ „ „ feuchte „ „	= 1,8 „
„ „ schwefelsaurem Ammoniak, trockene Luft durchgeleitet	= 1,2 „
Boden mit schwefelsaurem Ammoniak, feuchte Luft durchgeleitet	= 1,2 „

Aus diesen Untersuchungen geht folgendes hervor:

1. Auf kalkarmen Sandböden erleidet das schwefelsaure Ammoniak durch Verdunsten von Ammoniak keine Verluste.

2. Auch auf sehr kalkreichen Tonböden mit hohen Mengen von abschlämmbaren Teilen sind die Verluste nicht groß, besonders dann nicht, wenn das schwefelsaure Ammoniak gleich eingeeggt oder eingekrümmert wird.

3. Am größten sind die Verluste auf kalkreicheren Böden mit geringeren Mengen von abschlämmbaren Teilen.

4. Der Kalkstickstoff erlitt bei obigen Versuchen geringere Verluste als das Ammoniaksalz, während bei Versuchen von Wagner das Umgekehrte der Fall war. Es ist dies jedenfalls auf die verschiedene Art der Versuchsanstellung, speziell Zeitdauer, zurückzuführen.

Sehr herabgemindert werden die Verluste dadurch, daß nicht reines schwefelsaures Ammoniak verwendet wird, sondern ein Gemisch mit Superphosphat als Ammoniaksuper, da das saure Superphosphat das Ammoniak zum großen Teil bindet und dadurch vor Verlusten schützt.

Es zeigt dies z. B. folgender von H. C. Müller und Frese angestellter Laboratoriumsversuch:

	Verlust
Humoser Lehmboden (0,89 % Kalk) + schwefelsaures Ammoniak	= 16,33 %
Humoser Lehmboden + Ammoniaksuperphosphat, Stickstoff : Phosphors. = 1:1	= 4,70 „

Hieraus ist zu sehen, daß das Ammoniak, als Ammoniaksuperphosphat gegeben, längst nicht so große Verluste erleidet, als wenn es in reiner Form angewandt wird. Wendet man in der Praxis das Ammoniak als Ammoniaksuperphosphat an, was meistens geschieht, so werden die Verluste, welche durch Ammoniakverflüchtigung entstehen, eine bestimmte Grenze nicht überschreiten. Bei den oben angeführten Feldversuchen über die Stickstoffausnutzung ist zumeist das Ammoniak als Gemisch mit Super- oder

Doppelsuperphosphat angewandt worden; es ist daher anzunehmen, daß die ermittelte schlechtere Ausnutzung des Ammoniakstickstoffs nur zu einem Teile, vielleicht nur geringem Teile, auf Verluste dieser Art zurückzuführen sind, zumal bei den meisten Versuchen ein sofortiges Eineggen oder Einkrümmern stattfand.

2. Es kann der Ammoniakstickstoff im Boden in höherem Maße als der Salpeterstickstoff festgelegt, d. h. in eine für die Pflanze zunächst nicht aufnehmbare Form übergeführt werden. Um den Ammoniak- und Salpeterstickstoff nach dieser Richtung hin zu studieren, sind im Jahre 1900 Versuche von Krüger und dem Verfasser[1]) in der Weise angestellt worden, daß Böden einerseits mit Salpeter, anderseits mit Ammoniak gedüngt wurden, worauf dann nach 6 Monaten die Menge des Gesamtstickstoffs und die des löslichen Stickstoffs (Salpeter- und Ammoniakstickstoff) im Boden bestimmt wurden. Diese Versuche, welche in Gefäßen mit 6000 g Boden ausgeführt wurden, führten zu folgendem Ergebnis:

Es enthielt nach 6 Monaten:

	Gesamtstickstoff g	Löslicher Stickstoff g	Löslicher Stickstoff mehr gegen ungedüngt g
a) Lehmboden (übliche Lagerung).			
Boden ohne Stickstoffdüngung . .	10,342	1,121	—
„ + 2 g Salpeterstickstoff . .	12,188	3,250	+ 2,129
„ + 2 g Ammoniakstickstoff .	12,227	2,822	+ 1,701
b) Lehmboden (wiederholt aufgelockert).			
Boden ohne Stickstoffdüngung . .	10,242	1,281	—
„ + 2 g Salpeterstickstoff . .	12,209	3,329	+ 2,048
„ + 2 g Ammoniakstickstoff .	12,244	2,720	+ 1,439
c) Sandiger Lehmboden (übliche Lagerung).			
Boden ohne Stickstoffdüngung . .	4,226	0,217	—
„ + 2 g Salpeterstickstoff . .	6,260	2,270	+ 2,053
„ + 2 g Ammoniakstickstoff .	6,328	1,947	+ 1,730

Der zugesetzte Salpeterstickstoff war also voll und ganz in allen drei Fällen erhalten worden; statt 2,0 g wurden wiedergefunden: 2,129, 2,048 und 2,053. Von dem zugesetzten Ammoniakstickstoff wurden in wasserlöslicher Form, und zwar in Form von Salpeter (lösliches

[1]) Landw. Jahrbücher 1901; Illustr. landw. Zeitung 1903, Nr. 38.

Ammoniak war nicht mehr vorhanden), nur wiedergefunden: 1,701, 1,439 und 1,730. Es hatten sich somit der Salpeterbildung entzogen:

a) 2 — 1,701 = 0,299 g = 15,0 % der Düngung,
b) 2 — 1,439 = 0,561 „ = 28,1 „ „ „
c) 2 — 1,730 = 0,270 „ = 13,5 „ „ „

Diese Versuche beweisen also, daß größere Mengen von Ammoniakstickstoff im Boden in eine für die Pflanze nicht aufnehmbare Form übergehen, während dies beim Salpeterstickstoff unter gleichen Verhältnissen (ohne frische organische Substanz) nicht der Fall ist. Das, was hier in den Gefäßen festgestellt worden ist, wird auch mehr oder weniger auf dem Felde eintreten. Es können nun für diese Festlegung des Ammoniakstickstoffs zwei Gründe angeführt werden. Es kann 1. der nicht mehr in löslicher Form vorhandene Ammoniakstickstoff bzw. ein Teil desselben durch Bakterien und Pilze in Eiweiß umgewandelt worden sein oder 2. durch gewisse Bestandteile des Bodens, speziell durch die Zeolithe, absorbiert worden sein. Krüger und der Verfasser haben früher die Ansicht ausgesprochen, daß derjenige Teil des Ammoniakstickstoffs, welcher sich der Salpeterbildung entzieht, jedenfalls durch die Bakterien und Pilze in Eiweiß umgewandelt wird. Wahrscheinlich wird dies auch zum Teil der Fall sein; ist doch das Ammoniak für die Bakterien und Pilze eine geeignetere Stickstoffquelle als der Salpeter, und gebrauchen doch auch diejenigen Bakterien, welche das Ammoniak in Salpeter überführen, eine Stickstoffquelle für ihre Entwicklung. Ein anderer Grund wird aber für jene Erscheinung auch die Ammoniakabsorption durch die Zeolithe sein, wofür die neueren Pfeifferschen Arbeiten[1]) und neuere Arbeiten der bakteriologischen Abteilung der Versuchsstation Halle sprechen.

Pfeiffer verfuhr in der Weise, daß er einerseits Vegetationsversuche in einem möglichst zeolitharmen Sande, anderseits die Versuche mit demselben Sande unter Zusatz von steigenden Gaben von Kalziumzeolith ausführte. Beide Reihen von Vegetationsversuchen erhielten steigende Gaben von schwefelsaurem Ammoniak. Die Zeolithgaben wurden pro Gefäß zu 100, 200 und 300 g Kalziumzeolith, die Ammoniakgaben zu 0,1558, 0,2595 und 0,3631 g Ammoniakstickstoff bemessen. Als Versuchspflanze diente Gerste.

Wie nun aus den analytischen Ergebnissen zu ersehen ist, lieferte der mit Zeolithen versetzte Sand den Pflanzen weniger Stickstoff als der reine Sand, was nur auf die festlegende Wirkung der Zeolithe

---

[1]) Th. Pfeiffer, Die Festlegung des Ammoniakstickstoffs durch die Zeolithe im Boden. Mitteilungen der Landw. Institute der Universität Breslau, 1905.

zurückgeführt werden konnte. Diese kommt in der Differenz der entsprechenden Zeolith- und Sandgefäße wie folgt zum Ausdruck:

	Zeolith- minus Sandgefäße Stickstoff g	% des Düngerstickstoffs
100 g Zeolith	0,0286	18,4
200 „ „	0,0610	23,5
300 „ „	0,1083	29,8

Je höher die Zeolithgabe, desto mehr Stickstoff war festgelegt, desto weniger den Pflanzen geliefert worden, und so ist denn die Tatsache, daß das Ammoniak unseren Kulturpflanzen weniger Stickstoff während einer Vegetationsperiode zu liefern vermag als der Salpeter, wohl zum Teil auf die Absorption des Ammoniaks durch die Zeolithe zurückzuführen. Daß aber dieser Faktor allein für die Praxis den Ausschlag gibt, ist nicht anzunehmen, da bei den vielen Feldversuchen der Ammoniakstickstoff auf den Sandböden nicht besser, oft schlechter ausgenutzt wurde als auf den besseren Böden.

Sagen wir also vorläufig, daß die schlechtere Ausnutzung des Ammoniakstickstoffs zurückzuführen ist: 1. auf eine teilweise Verflüchtigung des Ammoniaks, hervorgerufen durch den kohlensauren Kalk des Bodens, 2. auf eine teilweise Festlegung des Ammoniaks durch die Zeolithe, 3. auf eine teilweise Festlegung durch niedere Organismen. Daß auch dieser Faktor jedenfalls eine Rolle spielt, geht a) daraus hervor, daß das Ammoniak für die meisten niederen Organismen eine geeignetere Stickstoffquelle ist als der Salpeter, und b), daß es länger im Boden verweilt, also länger der Eiweißbildung durch niedere Organismen ausgesetzt ist als der schnell aufnehmbare Salpeter. Je nach den verschiedenen Verhältnissen, speziell Bodenverhältnissen und Art der Unterbringung der Düngung werden diese oder jene Erscheinungen auf dem Felde mehr oder weniger hervortreten.

b) Die Wirkung des Salpeters und Ammoniaks auf die Erträge.

Wir haben gesehen, daß die Pflanzen den Ammoniakstickstoff in geringerem Maße aufnehmen als den Salpeterstickstoff. Findet nun die Ernteſteigerung immer proportional den aufgenommenen Stickstoffmengen statt? Dies ist häufig nicht der Fall. Wir wollen uns daraufhin zunächst erst wieder die Vegetationsversuche und dann die Feldversuche ansehen.

Vegetationsversuche.

Es wurden z. B. bei Versuchen der Versuchsstation Halle für das Ammoniak folgende Zahlen ermittelt:

	Stickstoffausnutzung Salpeter = 100	Erzielte Mehrerträge an Körnern bzw. Wurzeln Salpeter = 100
Bei Kartoffeln . .	**93**	**110**
„ Hafer . . .	**89**	**95**
„ Futterrüben .	**65**	**60**

Aus diesen Zahlen sehen wir, daß die durch das Ammoniak erzielten Mehrerträge der Stickstoffausnutzung nicht ganz entsprechen. War im vorliegenden Fall bei den Kartoffeln die Stickstoffausnutzung im Vergleich zum Salpeter = 93, so wurde für den erzielten Mehrertrag die Zahl 110 gefunden. Auch beim Hafer war das relative Wirkungsverhältnis besser als die relative Stickstoffausnutzung, während bei den Futterrüben der umgekehrte Fall vorlag.

Bei den meisten Kulturpflanzen ist zumeist für das Ammoniak das Wirkungsverhältnis (Mehrertrag durch Salpeter = 100 gesetzt) etwas besser als die relative Stickstoffausnutzung, d. h. eine gleiche Menge von aufgenommenem Ammoniakstickstoff erzeugt meistens eine etwas größere Menge von Substanz als eine gleiche Menge von aufgenommenem Salpeterstickstoff. Je langsamer im allgemeinen eine Stickstoffform wirkt, desto mehr Trockensubstanz wird durch eine gleiche Menge von aufgenommenem Stickstoff produziert. In dieser Beziehung steht der organische Stickstoff obenan. Ein Beispiel möge dies klar machen.

Bei dem oben angeführten Kartoffelversuch waren aufgenommen an Stickstoff aus dem Salpeter (Düngung 10,8 g Stickstoff) 8,83 g, aus einer äquivalenten Menge von Ammoniak 8,25 und aus einer äquivalenten Menge eines organischen Düngemittels 5,77 g.

Es hatten nun erzeugt:

	Trockensubstanz g Knollen	Trockensubstanz g Kraut
8,83 g aufgenommener Salpeter-Stickstoff . .	487,7	201,0
8,25 „ „ Ammoniak-Stickstoff .	534,9	228,9
5,77 „ „ organischer Stickstoff .	452,1	175,9
Demnach erzeugte:		
1 g aufgenommener Salpeter-Stickstoff . . .	55,20	22,77
1 „ „ Ammoniak-Stickstoff . .	64,80	27,75
1 „ „ organischer Stickstoff . .	78,40	30,49

Diese Zahlen beweisen, daß, je weniger intensiv eine Stickstoffdüngung wirkt, desto haushälterischer der aufgenommene Stickstoff von der Pflanze verwendet wird und umgekehrt. Am haushälterischsten wird der organische Stickstoff von der Pflanze verwendet, dann folgt der Ammoniakstickstoff, und am meisten Luxus treibt die Pflanze mit dem Salpeter, wie dies ja auch aus dem zumeist höheren Stickstoffgehalt der Salpeterpflanzen hervorgeht: Es enthielten im vorliegenden Falle die Salpeterkartoffeln in der Trockensubstanz 1,08, die Ammoniakkartoffeln 0,92 und die mit organischem Stickstoff gedüngten nur 0,80 g Stickstoff.

Ein zweites Beispiel:

Es waren bei dem oben angeführten Haferversuch aufgenommen an Stickstoff aus dem Salpeter (Düngung 1,8 g Stickstoff) 1,46, aus der äquivalenten Menge Ammoniak 1,31 und aus der äquivalenten Menge eines organischen Düngemittels 1,10 g.

Es hatten erzeugt:

	Körner g	Stroh g
1,46 g aufgenommener Salpeter-Stickstoff . .	73,42	85,7
1,31 „ „ Ammoniak-Stickstoff .	69,39	86,9
1,10 „ „ organischer Stickstoff .	59,58	76,8
Demnach erzeugte:		
1 g aufgenommener Salpeter-Stickstoff	50,29	58,70
1 „ „ Ammoniak-Stickstoff . .	52,98	66,34
1 „ „ organischer Stickstoff . .	54,16	69,82

Wir haben also hier bei diesem Versuch mit Hafer dieselbe Erscheinung, nur nicht in so hervortretender Weise. Je intensiver die Stickstoffform, desto weniger Substanz wurde von einer gleichen Menge von aufgenommenem Stickstoff produziert, desto mehr Luxus trieb die Pflanze mit dem Stickstoff, wie auch wieder aus dem prozentischen Stickstoffgehalt der Pflanze hervorging. Es enthielten die Körner der Salpeterpflanzen 1,35, die der Ammoniakpflanzen 1,28, die der mit organischem Stickstoff gedüngten nur 1,15 % Stickstoff. Es ist diese Erscheinung ja auch hinreichend in der Praxis bekannt, weiß doch z. B. der Brauer, daß die Salpetergerste den höchsten Eiweißgehalt aufweist.

Eine Ausnahme machen häufig die Rüben. Bei den Rüben tritt öfters der umgekehrte Fall ein, indem eine gleiche Menge von aufgenommenem Salpeterstickstoff mehr Substanz produziert als eine gleiche Menge von Ammoniakstickstoff. Es ist dies wohl sicherlich darauf

zurückzuführen, daß die Rübe, speziell die Futterrübe, eine ausgesprochene Natronpflanze ist, die in hervorragendem Maße auch das Natron des Chilesalpeters auszunutzen vermag, welch letzteres wesentlich mit zur Produktion beiträgt.

Feldversuche.

Von der Versuchsstation Darmstadt wurden folgende Mehrerträge ermittelt:

Alte Versuche[1]).

	1 dz Chilesalpeter bzw. die entsprechende Menge von Ammoniaksalz erzeugte bei Salpeterdüngung dz	bei Ammoniakdüngung dz	Erzielter Mehrertrag an Körnern bzw. Wurzeln Salpeter = 100 Ammoniak	Stickstoffausnutzung Salpeter = 100 Ammoniak
Roggenkörner	3,70	2,82	76	73
Gerstenkörner	4,40	2,92	66	70
Haferkörner	3,13	2,52	*81*	83
Futterrüben	41,4	25,0	60	65
Zuckerrüben	26,6	14,0	53	57
Kartoffeln	20,1	16,4	*82*	76
Mittel	—	—	**70**	**70**

Neue Versuche[2]).

Roggenkörner	4,1	3,1	76	69
Gerstenkörner	4,7	3,4	72	70
Haferkörner	3,1	2,8	*90*	86
Weizenkörner	3,5	3,1	89	80
Futterrüben	46,1	24,4	53	68
Zuckerrüben	21,7	15,3	71	75
Kartoffeln	21,7	14,4	*66*	73
Mittel	—	—	**74**	**74**

Von der Versuchsstation Halle wurden folgende Zahlen ermittelt:

Alte Versuche[3]).

Roggenkörner	4,40	2,93	67	65
Gerstenkörner	2,87	1,99	69	67
Haferkörner	3,15	3,12	*99*	80
Weizenkörner	3,10	2,53	82	69
Zuckerrüben	16,6	12,8	77	71
Mittel	—	—	**79**	**70**

[1]) Arbeiten der D. L.-G., Heft 80.
[2]) Arbeiten der D. L.-G., Heft 129.
[3]) Arbeiten der D. L.-G., Heft 121.

Neue Versuche[1]).

	1 dz Chilesalpeter bzw. die entsprechende Menge von Ammoniak oder Kalkstickstoff erzeugte bei			Erzielter Mehrertrag an Wurzeln bzw. Körnern Salpeter = 100		Stickstoffausnutzung Salpeter = 100	
	Salpeterdüngung dz	Ammoniakdüngung dz	Kalkstickstoffdüngung dz	Ammoniak	Kalkstickstoff	Ammoniak	Kalkstickstoff
Gerstenkörner	2,47	2,28	1,89	92	77	88	67
Zuckerrüben	17,8	16,3	12,8	92	72	80	78
Kartoffeln	18,6	18,4	16,2	*99*	95	83	72
Mittel	—	—	—	**94**	**81**	**83**	**72**

Aus den in den Jahren 1902—1904 von den Versuchsstationen Halle, Bernburg, Bonn und Köslin angestellten Versuchen[2]) berechnet Wagner folgende Durchschnittszahlen:

	1 dz Chilesalpeter bzw. die entsprechende Menge von Ammoniaksalz erzeugte bei		Erzielter Mehrertrag an Körnern bzw. Wurzeln Salpeter = 100	Stickstoffausnutzung Salpeter = 100
	Salpeterdüngung dz	Ammoniakdüngung dz		
Roggenkörner	4,2	3,0	71	66
Gerstenkörner	3,1	2,1	68	64
Haferkörner	3,5	3,5	*100*	84
Weizenkörner	3,4	2,7	79	73
Futterrüben	22,5	18,0	80	78
Zuckerrüben	14,6	9,9	68	75
Kartoffeln	16,0	16,4	*103*	—[3])
Mittel (Ohne Kartoffeln)	—	—	**78**	**73**

Aus diesen vielen Zahlen geht hervor:

1. daß im Durchschnitt das relative Wirkungsverhältnis des Ammoniaksalzes auch auf dem Felde ein etwas besseres ist als die relative Stickstoffausnutzung.

Es betrug im Mittel im Vergleich zu Salpeter:

die relative Stickstoffausnutzung . . **74**
das relative Wirkungsverhältnis . **79**

Selbstverständlich gibt es Fälle, wo diese Zahlen sich decken, wie dies z. B. bei den Wagnerschen Versuchen der Fall war, und auch einzelne Fälle, wo mal die umgekehrte Erscheinung zutage tritt; im großen und ganzen ist dies aber nicht der Fall, was schon aus dem meist höheren Stickstoffgehalt der Salpeterpflanzen hervorgeht. Der leichtlösliche Salpeter-

[1]) Noch nicht veröffentlicht.
[2]) Arbeiten der D. L.-G., Heft 129.
[3]) Nicht durchweg Stickstoff bestimmt.

stickstoff wird eben so schnell und in solcher Menge aufgenommen, daß die Produktion von organischer Substanz mit dieser Stickstoffaufnahme weniger Schritt halten kann als mit einer Stickstoffaufnahme aus langsamer fließenden Stickstoffquellen (Ammoniaksalz, Kalkstickstoff, organischer Stickstoff);

2. daß das Ammoniaksalz von den verschiedenen Kulturpflanzen verschieden verwertet wird. Am besten wird es von den Kartoffeln und dem Hafer ausgenutzt, wo es meist die gleiche oder nahezu gleiche Wirkung als der Salpeter zeigt;

3. daß durch **1 dz Salpeter** unter den in der Praxis obwaltenden Verhältnissen durchschnittlich **3—4 dz Getreidekörner, 20 dz Zuckerrüben und Kartoffeln und 35—40 dz Futterrüben** erzeugt werden. Unter sehr günstigen Verhältnissen sind diese Erträge höher, unter weniger günstigen niedriger.

c) Die Anwendung von Chilesalpeter und Ammoniaksalz.

Aus den außerordentlich vielen Versuchen, welche in den letzten Jahren von den landwirtschaftlichen Versuchsstationen mit Unterstützung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft angestellt wurden, und zwar unter den verschiedensten Verhältnissen, geht hervor, daß der Chilesalpeter von allen Stickstoffformen durchschnittlich am meisten zu leisten vermag, wie dies ja schon zur Genüge die oben angeführten Mittelzahlen beweisen. Besonders zeigen die Versuche, daß der Chilesalpeter als Kopfdünger durch das Ammoniak nicht zu ersetzen ist. Er bringt die Pflanzen schnell zur üppigsten Entwicklung, worauf es bei der Kopfdüngung ankommt, und erleidet, zu jener Zeit gegeben, keinerlei Verluste. Das ist beim schwefelsauren Ammoniak nicht der Fall. Es wirkt langsamer und erleidet, obenauf gestreut, auf kalkreicheren Bodenarten nicht unerhebliche Verluste. Einige Beispiele mögen die Überlegenheit des Salpeters als Kopfdünger zeigen.

Zuckerrüben:

Es erzeugten z. B. bei den Hallenser Versuchen 15,5 kg Stickstoff auf humosem Lehmboden (0,89 % Kalk)

Schwefels. Ammoniak als Kopfdünger	9,3 dz Zuckerrüben
„ „ sofort eingeeggt	15,2 „ „
„ „ mit vierfacher Menge Erde gemischt und eingeeggt	14,5 „ „
Chilesalpeter als Kopfdünger	19,6 „ „

Das schwefelsaure Ammoniak hatte also, als Kopfdünger gegeben, außerordentlich schlecht gewirkt. Es erzeugten 15,5 kg Stickstoff in Form von Ammoniak nur 9,3 dz Zuckerrüben, während die gleiche Menge Stickstoff in Form von Chilesalpeter 19,6 dz Zuckerrüben erzeugte. Daß das Ammoniak als Kopfdünger so außerordentlich schlecht wirkte, muß wohl hauptsächlich darauf zurückgeführt werden, daß durch den Kalk des Bodens beim bloßen Aufstreuen des schwefelsauren Ammoniaks Ammoniak ausgetrieben wird, denn, wurde das Ammoniaksalz sofort eingeeggt, so stieg der Ertrag von 9,3 dz auf 15,2 dz.

Winterweizen:

Es erzeugten 15,5 kg Stickstoff:

	Doppelzentner Körner		
	Strenger Lehmboden mit 1,22 % Kalk	Humusarmer schwerer Lehmboden mit 0,56 % Kalk	Humoser Lehmboden mit 0,58 % Kalk
Schwefels. Ammoniak, Frühjahr	3,5	4,5	4,8
Chilesalpeter „	4,3	8,4	6,0

Auch diese Beispiele zeigen, daß der Chilesalpeter dem schwefelsauren Ammoniak als Kopfdünger bedeutend überlegen ist. Im Mittel dieser drei auf Lehmböden angestellten Versuche wurden durch **15,5 kg Salpeterstickstoff 6,2 dz** Weizenkörner, durch die **gleiche Menge Ammoniakstickstoff** nur **4,3 dz Körner** erzeugt.

Noch bedenklicher ist die Ammoniak-Kopfdüngung auf kalkreicheren sandigen Lehmböden. Wie unangebracht eine Ammoniak-Kopfdüngung auf solchen Böden ist, sollen einige Beispiele zeigen, die aus den von Wein angestellten Versuchen herausgegriffen werden mögen:

Gerste:

Es brachten 15,5 kg Stickstoff folgende Mehrerträge:

	Doppelzentner Körner	
	Sandiger Lehmboden Kalkgehalt gut	Sandiger Lehmboden Kalkgehalt hoch
Chilesalpeter aufgestreut	6,41	7,57
Schwefels. Ammoniak **untergepflügt**	**5,32**	**5,75**
„ „ **aufgestreut** .	**3,79**	**4,15**
Kalkstickstoff untergepflügt....	5,24	6,13
„ aufgestreut.....	5,81	7,11

Das obenaufgestreute Ammoniak hatte, wie die Zahlen zeigen, auf diesen kalkreichen sandigen Lehmböden über 1½ dz Körner weniger erzeugt als das untergepflügte. Bald doppelt so viel Körner wie das aufgestreute Ammoniak hatte der aufgestreute Chilesalpeter erzeugt.

Diese Erscheinung finden wir auch bei allen anderen auf derartigen Böden angestellten Versuchen, so daß von einer Ammoniak-Kopfdüngung auf solchen Böden entschieden ganz besonders abgeraten werden muß. Will man Ammoniak auf solchen Böden anwenden, so ist es immer vor der Bestellung zu geben und ordentlich in den Boden zu bringen.

Auch auf kalkarmen Sandböden hat sich das Ammoniak als Kopfdünger gar nicht bewährt; auch hier ist man mit sinngemäßen Salpeter-Kopfdüngungsgaben weiter gekommen. Hier, auf den leichten Böden, handelt es sich besonders um eine gute Ausnutzung der Winter- und Frühjahrsfeuchtigkeit, und diese ist nur dadurch zu erreichen, daß die Pflanzen zu einem schnellen Wachstum gebracht werden, was nur mit Hilfe des Salpeters möglich ist.

So dürfte denn eine Kopfdüngung in Form von Ammoniak allenfalls nur bei stärker absorbierenden Lehm- und Tonböden mit niedrigem Kalkgehalt zulässig sein.

In welchen Fällen kann nun die Anwendung des Ammoniaks gebilligt werden?

1. Bei Kulturpflanzen, welche das Ammoniak ebensogut auszunutzen vermögen als den Salpeter. Wie schon die Zahlen auf Seite 84 u. 85 zeigen, verhalten sich die verschiedenen Kulturpflanzen gegen die beiden Stickstoffformen, Salpeter und Ammoniak, verschieden. So bevorzugt entschieden die Rübe (Zucker- und besonders Futterrübe) den Salpeter, während die Kartoffel das Ammoniak ebensogut auszunutzen vermag als den Salpeter. Dies ist auf das bestimmteste nachgewiesen a) durch rein wissenschaftliche Versuche, b) durch zahlreiche Feldversuche.

Wie verfährt man, wenn man auf wissenschaftlichem Wege nachweisen will, ob eine Pflanze mehr den Ammoniak- oder den Salpeterstickstoff bevorzugt? Man muß Verhältnisse schaffen, unter welchen das Ammoniak im Boden nicht in Salpeter umgewandelt werden kann. Dies erreicht man dadurch, daß man solche Versuche in Vegetationsgefäßen anstellt, welch letztere man nach erfolgter Düngung mit Ammoniak oder Salpeter durch Erhitzen sterilisiert, wodurch die Bakterien, also auch diejenigen, welche den Ammoniakstickstoff in Salpeter überführen, abgetötet werden. Solche Versuche sind in ausgedehntem Maße von der bakteriologischen Abteilung der Versuchsstation Halle

speziell von W. Krüger[1]) angestellt worden, und sie haben wiederholt bewiesen, daß die Kartoffel in solchen mit Ammoniak gedüngten und sterilisierten Gefäßen, in welchen die Kartoffel den Ammoniakstickstoff als solchen aufnehmen mußte, ausgezeichnet gedieh, während die Rübe in solchen Gefäßen, wo eine Salpeterbildung nicht stattfinden konnte, sich außerordentlich schlecht entwickelte.

Es wurden z. B. folgende Zahlen ermittelt:

Kartoffeln:

Düngung		Trockensubstanz Knollen g	Trockensubstanz Kraut g	Stickstoff in Knollen u. Kraut
Ohne Stickstoff	steril	124,9	47,3	1,732
6 g Ammoniakstickstoff	„	**290,7**	129,5	5,331
6 „ Salpeterstickstoff	„	**247,5**	117,7	6,025

Futterrüben:

Düngung		Wurzeln	Kraut	Wurzeln u. Kraut
Ohne Stickstoff	steril	42,4	25,2	0,785
6 g Ammoniakstickstoff	„	**121,8**	76,5	4,248
6 „ Salpeterstickstoff	„	**210,2**	104,3	5,417

Diese Versuche zeigen auf das deutlichste, daß sich die Kartoffeln und Rüben gegen die beiden Stickstoffformen vollständig verschieden verhalten. Während das Ammoniak unter diesen Verhältnissen, wo es als solches aufgenommen werden mußte, bei der Kartoffel höhere Erträge lieferte als der Salpeter, erzeugte es bei der Rübe nur ungefähr die Hälfte von der Ernte, welche durch den Salpeter gewonnen wurde. In beiden Fällen, also auch bei der Kartoffel, war die Stickstoffaufnahme aus dem Salpeter eine größere als aus dem Ammoniak, ein Zeichen dafür, daß die Produktion proportional den aufgenommenen Stickstoffmengen nicht zu verlaufen braucht.

Zu ähnlichen Ergebnissen haben auch die praktischen Felddüngungsversuche geführt, welche so typische Unterschiede natürlich nie zeigen können, da ja hier allmählich der Ammoniakstickstoff in Salpeter übergeführt wird und die Pflanze deshalb bei einer Ammoniakdüngung nur einen Teil in Form von Ammoniak, den anderen, zumeist größeren Teil in Form von Salpeter aufnehmen muß. Will man sehen, was verschiedene Düngungsformen zu leisten vermögen, so muß man Versuche mit hohen Mehrerträgen, wo also eine starke Reaktion auf

[1]) Krüger, Landw. Jahrbücher und Arbeiten der agr.-chem. Versuchsstation Halle a. S., 1906.

Stickstoff stattgefunden hat, herausgreifen, denn nur so können Unterschiede in deutlicher Weise hervortreten.

Es betrug nun z. B. bei hohen Mehrerträgen, wenn **die Wirkung des Salpeters = 100** gesetzt wird, die Wirkung des Ammoniaks:

bei Kartoffeln	(Versuche der Versuchsstation Halle 1905 u. 1906)	99,0
„ „	(„ „ „ Köslin 1902) . . .	102,5
bei Zuckerrüben	(Versuche der Versuchsstation Halle 1903) . .	74,7
„ „	(„ „ „ Köslin 1902) . .	75,7
„ **Futterrüben**	(„ „ „ „ 1902) . .	70,3

Also auch diese Feldversuche beweisen deutlich, daß sich die Rüben und Kartoffeln gegen Ammoniak ganz verschieden verhalten; wirkte das Ammoniak bei den Kartoffeln ebenso gut als der Salpeter, so zeigte es bei den Rüben nur 70—75 % der Salpeterwirkung.

Eine besondere Beachtung verdienen auch die Rothamsteder Versuche[1]). Es erzeugten in Rothamsted im Mittel von 15 Jahren:

			Wirkung des Salpeters = 100 gesetzt
6 dz Chilesalpeter	70 dz	**Kartoffeln** .	100
Äquiv. Menge Ammoniaksalz	69 „	„ .	99
6 dz Chilesalpeter	224 „	**Futterrüben**	100
Äquiv. Menge Ammoniaksalz	140 „	„	63

Also auch hier treten diese Unterschiede scharf hervor. Die Rübe, besonders die Futterrübe, ist eine typische Salpeterpflanze. Sie zieht nicht nur den Stickstoff in Form von Salpetersäure vor, sondern sie ist auch sehr dankbar für das Natron, welches ihr gleichzeitig mit dem Salpeter zugeführt wird. Anders die Kartoffel. Diese verschmäht vollständig das Natron, mögen wir es ihr bieten in Form von Salpeter, von Staßfurter Kalisalzen oder in Form von Stalldünger, welcher auch große Mengen von Natron enthält. Ein von der Versuchsstation Halle ausgeführter Vegetationsversuch über den Einfluß der Natronwirkung ergab z. B. folgendes Resultat:

	Trockensubstanz g Kartoffeln	Futterrüben
Ohne Natronbeidüngung	735,3	307,1
Mit „ (**Kochsalz**)	627,4	439,1

[1]) Bieler, Rothamsteder Versuche, Landw. Jahrbücher XXV.

War die Ernte bei der Kartoffel durch eine Beidüngung von Kochsalz erniedrigt worden, so erfuhr sie bei der Futterrübe durch jene Beidüngung eine erhebliche Steigerung.

Aus der Kochsalzdüngung waren folgende Natronmengen aufgenommen:

	Knollen bzw. Wurzeln g	Kraut g
Kartoffeln	0,09	1,91
Futterrüben	4,72	8,46

Die Kartoffel hat also das Natron so gut wie vollständig im Boden liegen gelassen, während es die Futterrübe begierig verschlang. Das verschiedene Verhalten der Wurzelfrüchte (Futterrüben, Zuckerrüben und Kartoffeln) gegen das Natron zeigen auch deutlich die bei Lauchstädter Anbauversuchen ermittelten Zahlen.

Es enthielten:

	In der Trockensubstanz		Auf 1 ha	
	Wurzeln bzw. Knollen Natron %	Kraut Natron %	Wurzeln bzw. Knollen Natron kg	Kraut Natron kg
Futterrüben	1,99	4,22	245,31	127,06
Zuckerrüben	0,32	2,85	37,50	168,89
Kartoffeln	0,04	2,13	2,91	3,67

Diese Zahlen zeigen deutlich das hohe Natronbedürfnis der Futterrübe. Geringer ist das Natronbedürfnis der Zuckerrübe. Aber auch sie ist bis zu einem gewissen Grade dankbar für das Natron, während es die Kartoffel ganz verschmäht. Interessant und praktisch nicht unwichtig ist ein früher von dem Verfasser ausgeführter Versuch, bei welchem der Natronsalpeter bei ausreichender Grunddüngung mit Phosphorsäure und Kali besser wirkte als der Kalisalpeter. Es wurden bei diesem Versuch **durch Natronsalpeter** auf 1 ha **mehr** geerntet **als durch Kalisalpeter:**

+ 39,4 dz Zuckerrüben mit 6,1 dz Zucker.

Der Natronsalpeter wirkte, wie man an der Entwicklung der Pflanzen sah, viel schneller und erzeugte, wie die Zahlen zeigen, eine nicht unerheblich größere Menge von Zuckerrüben als der Kalisalpeter. Die Bedeutung des Natrons für die Rübe, speziell Futterrübe, hat auch Wagner durch eine große Anzahl von Versuchen nachgewiesen.

Bei einem seiner Vegetationsversuche wurden z. B. erhalten:

	Rüben-Trockensubstanz g
durch Salpeterdüngung	209,9
„ Ammoniakdüngung	109,9
„ Ammoniak + Beidüngung von Natron	205,7

Die Beidüngung von Natron zur Ammoniakdüngung steigerte, wie die Zahlen zeigen, die Ammoniakwirkung außerordentlich.

So steht es denn fest, daß die vorzügliche Wirkung des Chilesalpeters (Natronsalpeters) bei der Rübe, besonders bei der Futterrübe, zum Teil auf die Natronwirkung des Salpeters zurückzuführen ist und die gleiche Wirkung von Ammoniak und Salpeter bei der Kartoffel wohl hauptsächlich darauf zurückzuführen ist, daß die Kartoffel im Gegensatz zur Rübe von dem ihr im Chilesalpeter gebotenen Natron keinen Gebrauch macht.

Man gibt also den Rüben den Stickstoff am zweckmäßigsten in Form von Salpeter, während man ihn der Kartoffel auch mit Vorteil in Form von Ammoniak geben kann, zumal die Salpeterkartoffeln, wie dies in der Praxis hinreichend bekannt ist, weniger schmackhaft und haltbar sind.

Was nun die Halmfrüchte betrifft, so verhalten sich auch diese nicht ganz gleich gegen die beiden Stickstoffformen. So scheint der Hafer den Ammoniakstickstoff von den Getreidearten am besten auszunutzen. Dies geht hervor:

1. aus den von Krüger angestellten Sterilisationsversuchen, bei welchen die Pflanzen den Ammoniakstickstoff als solchen aufnehmen mußten. Setzt man hier die in den sterilisierten Salpetergefäßen erzielten Mehrerträge an Hafer = 100, so berechnet sich für die in den sterilisierten Ammoniakgefäßen erzielten Mehrerträge im Durchschnitt zweier Versuchsreihen die Zahl 101, während die in den sterilisierten Salpetergefäßen erzielten Mehrerträge an Gerste zu den in den sterilisierten Ammoniakgefäßen erzielten Mehrerträgen in dem Verhältnis 100 : 90 stehen. Der Hafer hatte also das Ammoniak ebenso als den Salpeter ausgenutzt, während dies bei der Gerste nicht ganz der Fall war;

2. aus den vielen Feldversuchen. Setzt man hier die aus dem Salpeter aufgenommenen Stickstoffmengen und die durch ihn gewonnenen Mehrerträge = 100, so ergeben sich für das Ammoniak folgende Zahlen:

	Mittel der Versuche der Versuchsstation Darmstadt		Mittel der übrigen Versuche	
	Aufgenommene Stickstoffmengen aus Salpeter = 100	Mehrertrag durch Salpeter = 100	Aufgenommene Stickstoffmengen aus Salpeter = 100	Mehrertrag durch Salpeter = 100
beim Hafer	85	86	84	100
bei den anderen Getreidearten (Mittel) . . .	72	76	68	73

Es zeigen auch diese Feldversuche deutlich, daß der Hafer das Ammoniak nicht unerheblich besser ausnutzt als die anderen Getreidearten, so daß die Ammoniakdüngung beim Hafer Berücksichtigung verdient. Auch die Kalkstickstoffe dürften als Haferdünger mit Vorteil anzuwenden sein, vorausgesetzt, daß sich die Bodenverhältnisse für ihre Anwendung eignen. Als Kopfdünger ist natürlich der Salpeter auch beim Hafer durch die anderen Stickstoffformen schwer zu ersetzen.

2. Zur Erzeugung eiweißärmerer guter Braugerste. Hierfür ist das Ammoniak weit besser geeignet als der Chilesalpeter, welcher eiweißreiche Körner erzeugt, die auch im übrigen die Eigenschaften, welche eine gute Braugerste aufweisen soll, nicht zeigen. Als Gerstendünger kommt das Ammoniak bei ausreichender Kali- und Phosphorsäuredüngung dem Peruguano, welcher allen Praktikern als guter Gerstendünger bekannt ist, gleich oder nahezu gleich und liefert dabei höhere Erträge als der teurere Peruguano. Maercker[1]) schreibt auf Grund seiner langjährigen Erfahrungen über die Anwendung von Salpeter als Gerstendünger folgendes: „Mag unter Umständen die Salpeterdüngung auch einmal nichts schaden, vielfach (daran ist nicht zu zweifeln) hat sie einen verheerenden Einfluß auf die Beschaffenheit der Gerste ausgeübt. Sie erzeugt viel leichter das Lagern der Gerste und sollte deshalb, da überhaupt kein zwingender Grund vorliegt, den Salpeter als Gerstendünger zu benutzen, von der Bildfläche verschwinden. Der Verfasser dieses Berichts begreift es nicht, wie man überhaupt dem Salpeter als Gerstendünger noch das Wort reden kann; er befindet sich in dieser Ansicht in voller Übereinstimmung mit unseren ersten Gerstenbauern. Der Umstand, daß die Beschaffenheit unserer Gerste jahrelang eine schlechte gewesen ist, dürfte zum großen Teil auf die Salpeterdüngung zurückzuführen sein. Mag sie einmal, namentlich wenn sie sehr gering bemessen wird, unschädlich sein, das steht fest, unter Umständen kann sie viel eher als andere Stickstoffformen die Beschaffenheit der Gerste verschlechtern — darum fort mit der Salpeter-

[1]) Maercker, Lauchstädter Versuche. II. und III. Bericht.

düngung für die Gerste." Will man also gute Braugerste gewinnen, so greife man, wenn man den Peruguano nicht anwenden will, zum Ammoniak und verzichte auf die etwas größere Ernte, welche der Salpeter bringt. Nur in solchen Fällen, wo die Gerste sehr schwach dasteht, dürfte zur schnellen Kräftigung derselben eine kleine Salpeterdüngung angebracht sein.

3. Kann Ammoniak in Frage kommen für solche Lagen, wo die Pflanzen leicht Krankheitserscheinungen ausgesetzt sind, die durch den Salpeter noch begünstigt werden. So dürfte z. B. für Weizen in Gegenden, wo er leicht befällt, und für Kartoffeln in feuchten Lagen das Ammoniak mehr am Platze sein als der Salpeter.

4. Kann das Ammoniak als Herbstdüngung in Frage kommen, ohne damit sagen zu wollen, daß nicht auch Salpeter in kleineren Mengen im Herbst gegeben werden kann. Bezüglich der Herbstdüngung ist aber zu bemerken, daß man unter den meisten Verhältnissen mit einer sinngemäßen Salpeter-Frühjahrsdüngung weiter kommt als mit einer Herbstdüngung oder teilweisen Herbstdüngung, mag die letztere in Form von Ammoniak oder Salpeter gegeben werden. Groß sind die Unterschiede zugunsten der Frühjahrsdüngung nicht auf besseren, stärker absorbierenden Bodenarten, gewaltig groß aber auf schwach absorbierenden Bodenarten.

Einige Beispiele mögen dies zeigen:

Es wurden im Jahre 1906 bei den von der Hallenser Versuchsstation in der Provinz angestellten Versuchen erzeugt durch:

	Doppelzentner Körner auf 1 ha		
	Weizen	Roggen	Roggen
	Humoser Lehmboden	Sandiger Lehmboden	Sandboden
30 kg Stickstoff Chilesalpeter, Frühjahr .	+ 8,03	+ 6,81	+ 4,22
30 „ „ „ 1/3 Herbst, 2/3 Frühjahr	+ 7,96	+ 6,33	+ 3,32
30 kg Stickstoff Ammoniak, Herbst . .	+ 7,07	+ 3,54	+ 1,10
30 „ „ Kalkstickstoff, Herbst . .	+ 6,18	+ 3,10	+ 2,81

Auf dem humosen Lehmboden war der im Herbst gegebene Ammoniakstickstoff erhalten geblieben, denn es entspricht in diesem Fall die Wirkung des Ammoniakstickstoffs seiner sonstigen Wirkung zu Weizen. Auf dem sandigen Lehmboden war ein sehr großer Teil, auf dem Sandboden nahezu die ganze Menge des im Herbst gegebenen Ammoniakstickstoffs durch die Winterfeuchtigkeit verloren gegangen.

Setzt man die Wirkung der Salpeter-Frühjahrsdüngung = 100, so betrug die Wirkung des im Herbst gegebenen Ammoniaks auf dem humosen Lehmboden 88, auf dem sandigen Lehmboden 52, auf dem Sandboden nur 26. Ähnlich lagen die Verhältnisse für den Kalkstickstoff, nur mit dem Unterschiede, daß dieser auf dem Sandboden geringere Verluste erlitt als das Ammoniak, was jedenfalls auf eine langsamere Nitrifikation des Kalkstickstoffs auf dem Sandboden zurückzuführen ist. Wurde die Salpetergabe geteilt in der Weise, daß 1/3 im Herbst, 2/3 im Frühjahr gegeben wurde, so wurde auf dem humosen Lehmboden der gleiche, auf dem sandigen Lehmboden ein etwas geringerer, auf dem Sandboden ein nennenswert geringerer Mehrertrag erzielt als durch die einmalige Salpetergabe im Frühjahr.

Im Jahre 1905 führten die Hallenser Versuche zu folgendem Ergebnis. Es erzeugten:

	dz Körner auf 1 ha Weizen Humoser Lehmboden	dz Körner auf 1 ha Roggen Sandboden
10 kg Salpeterstickstoff Herbst, 20 kg Salpeterstickstoff, Frühjahr	+ 10,75	+ 5,26
10 kg Ammoniakstickstoff Herbst, 20 kg Salpeterstickstoff, Frühjahr	+ 9,54	+ 5,86
30 kg Ammoniakstickstoff Herbst	+ 8,97	+ 0,40
30 „ Kalkstickstoff Herbst	+ 8,59	+ 1,75

Das sind ebenfalls lehrreiche Zahlen. Der im Herbst gegebene Ammoniak- und Kalkstickstoff hatte auf dem humosen Lehmboden eine recht gute Wirkung gezeigt, während die Wirkung dieser Herbstdüngung auf dem Sandboden fast Null war. Die höchsten Mehrerträge wurden erzielt, wenn die Hauptmenge des Stickstoffs in Form von Salpeter im Frühjahr gegeben wurde. Höhere Mehrerträge wären aber jedenfalls noch erzielt worden, wenn die ganze Stickstoffmenge im Frühjahr gegeben worden wäre.

Bei Versuchen der Versuchsstation Köslin[1]) wurden folgende Resultate gewonnen. Es erzeugten:

	dz Roggenkörner auf 1 ha Humoser, schwach lehmiger Sandboden	dz Roggenkörner auf 1 ha Sandboden
32 kg Salpeterstickstoff, Frühjahr ganze Gabe	+ 10,02	+ 7,60
32 „ „ 1/3 Herbst, 2/3 Frühjahr	+ 7,03	+ 4,90
32 „ Ammoniakstickstoff, Frühjahr ganze Gabe	+ 7,74	+ 6,02
32 „ „ 1/3 Herbst, 2/3 Frühjahr	+ 5,40	+ 4,41

Diese Versuche lassen wiederum klar erkennen, daß jede Herbstdüngung auf den leichteren Bodenarten wohl unter

[1]) Arbeiten der D. L. G. 1906, Heft 121.

den meisten Verhältnissen fortgeworfenes Geld bedeutet und durch die Frühjahrs-Kopfdüngung mit Salpeter das Höchste erreicht wird. Wir haben also bei der Herbstdüngung zwischen den verschiedenen Bodenarten einen sehr großen Unterschied zu machen. Je schwerer der Boden, desto eher kann man sich eine Herbstdüngung gestatten und umgekehrt. Eine Herbstdüngung soll man aber auch auf den besseren Böden nur dann geben, wenn zwingende Gründe dazu vorliegen. Angebracht ist eine kleine Stickstoffgabe, wenn der disponible Bodenstickstoff nicht ausreicht, um die Pflanzen kräftig genug in den Winter zu bringen, und wenn man, um nach Möglichkeit Krankheitserscheinungen zu vermeiden, für Salpeter Ammoniak verwenden will. Im letzteren Falle sind Gaben von 20 kg Ammoniakstickstoff pro Hektar (10 Pfd. pro Morgen) zu billigen.

d) Die Wirkung und Anwendung von Kalksalpeter, Kalkstickstoff und Stickstoffkalk.

Über die Wirkung des Kalkstickstoffs und Stickstoffkalkes im Vergleich zu Chilesalpeter und schwefelsaurem Ammoniak sind in den letzten Jahren sehr zahlreiche Versuche ausgeführt worden. Weniger zahlreich sind die Versuche, welche über die Wirkung des norwegischen Kalksalpeters angestellt wurden. Diese Versuche sind auch in so ausgedehntem Maße nicht notwendig, da der Kalksalpeter eine Stickstoffform darstellt, über deren Wirkung man sich von vornherein klar ist. Die mit den Kalkstickstoffen ausgeführten Versuche haben ergeben, daß diese Düngemittel eine ganz gute Wirkung äußern, aber unter den meisten Verhältnissen in ihrer Wirkung etwas hinter der Wirkung des Ammoniaksalzes zurückbleiben. Kalkstickstoff und Stickstoffkalk zeigen im großen und ganzen die gleiche Wirkung. Der norwegische Kalksalpeter zeigt ungefähr die gleiche Wirkung wie der Chilesalpeter. Einige Beispiele über die Wirkung dieser Düngemittel aus der Versuchstätigkeit der Hallenser Versuchsstation:

Vegetationsversuche.

Es betrugen die Mehrernten:

Haferkörner.

	Mehrernten g	Mehrertrag durch Natronsalpeter = 100
1,5 g Stickstoff Natronsalpeter . .	+ 71,0	100
1,5 „ „ Kalksalpeter . . .	+ 68,8	97

	Mehrernten g	Mehrertrag Natronsalpeter = 100
1,5 g Stickstoff schwefels. Ammoniak	+ 59,4	**84**
1,5 „ „ Kalkstickstoff . . .	+ 57,9	**82**
1,5 „ „ Stickstoffkalk . . .	+ 57,1	**80**

Kartoffelknollen.

4,5 g Stickstoff Natronsalpeter . .	+ 973,4	**100**
4,5 „ „ Kalksalpeter . . .	+ 983,4	**101**
4,5 „ „ schwefels. Ammoniak	+ 910,1	**94**
4,5 „ „ Kalkstickstoff . . .	+ 790,2	**81**

Der Kalksalpeter hatte also beim Hafer 97, bei der Kartoffel 101 % der Natronsalpeterwirkung gezeigt, während die Wirkung der Kalkstickstoffe 80—82 % der Natronsalpeterwirkung betrug.

Hiermit stehen die Feldversuche sehr gut im Einklang.

Feldversuche:

Es wurden im Durchschnitt einer größeren Anzahl in den Jahren 1905 und 1906 ausgeführter Versuche mehr geerntet:

Gerstenkörner.

Durch:	Mehrernten dz auf 1 ha	Mehrertrag Natron-(Chile-)salpeter = 100
30 kg Stickstoff Chilesalpeter . . .	+ 4,77	**100**
30 „ „ schwefels. Ammoniak	+ 4,40	**92**
30 „ „ Kalkstickstoff . . .	+ 3,65	**77**

Kartoffeln.

30 kg Stickstoff Chilesalpeter . . .	+ 36,0	**100**
30 „ „ schwefels. Ammoniak	+ 35,5	**99**
30 „ „ Kalkstickstoff . . .	+ 31,5	**88**

Zuckerrüben.

60 kg Stickstoff Chilesalpeter . . .	+ 68,9	**100**
60 „ „ schwefels. Ammoniak	+ 63,0	**91**
60 „ „ Kalkstickstoff . . .	+ 49,4	**72**

Hieraus ergibt sich folgender Gesamtdurchschnitt:

	Chilesalpeter = 100	Schwefels. Ammoniak	Kalkstickstoff
Gerste	100	92	77
Kartoffeln . . .	100	99	88
Zuckerrüben . .	100	91	72
Gesamtdurchschnitt	**100**	**94**	**79**

Ebenso wie der Kalkstickstoff wirkt der Stickstoffkalk, welcher nicht bei allen jenen Versuchen zur Anwendung kam.

Es wurden z. B. erzeugt:

Vegetationsversuche:

	Mehrertrag Körner g	Mehrertrag Stroh g
Durch 1,5 g Stickstoff Chilesalpeter .	+ 71,0	+ 72,2
„ 1,5 „ „ Kalkstickstoff .	+ 57,9	+ 59,8
„ 1,5 „ „ Stickstoffkalk .	+ 57,1	+ 59,7

Feldversuche:

Durch 30 kg Stickstoff Kalkstickstoff	+ 4,18	dz Gerstenkörner	auf 1 ha
„ 30 „ „ Stickstoffkalk	+ 5,13	„ „	„ 1 „
Durch 30 kg Stickstoff Kalkstickstoff	+ 32,6	dz Kartoffeln	auf 1 ha
„ 30 „ „ Stickstoffkalk	+ 27,4	„ „	„ 1 „
Durch 60 kg Stickstoff Kalkstickstoff	+ 51,2	dz Zuckerrüben	auf 1 ha
„ 60 „ „ Stickstoffkalk	+ 40,2	„ „	„ 1 „

Es ergab sich also bei diesen Feldversuchen als Gesamtdurchschnitt für das schwefelsaure Ammoniak ein Wirkungswert von 94, für den Kalkstickstoff ein solcher von 79, so daß er bei einem Preise von 56 Pf. pro Pfd. Stickstoff — das ist der Preis des Westeregelnschen Stickstoffkalkes — vollkommen mit dem schwefelsauren Ammoniak und Chilesalpeter konkurrieren kann. Sehr gute Ergebnisse hat Wagner mit dem Kalkstickstoff erzielt. Auch andere Versuchsansteller, wie Immendorf, Schmoeger, Wein, sind zu dem Ergebnis gekommen, daß der Kalkstickstoff bei richtiger Anwendung Beachtung verdient. Nicht darf er auf Sandböden angewandt werden, wohl aber auf allen besseren Böden.

Dies zeigen folgende Beispiele aus der Hallenser Versuchstätigkeit:

Es wurden erzeugt:

Haferkörner.

	Doppelzentner auf 1 ha Salpeter	Doppelzentner auf 1 ha Kalkstickstoff
Durch 31 kg Stickstoff, Lehmboden	+ 7,44	+ 6,17
„ 31 „ „ Sandboden	+ 7,84	+ 4,69

Zuckerrüben.

	Salpeter	Kalkstickstoff
Durch 62 kg Stickstoff, Lehmboden	+ 117,1	+ 106,7
„ 62 „ „ Sandboden	+ 144,6	+ 50,1
„ 62 „ „ Lehmiger Sandboden	+ 99,5	+ 37,9

Auf dem Lehmboden hatte demnach der Kalkstickstoff eine weit bessere Wirkung gezeigt als auf dem Sandboden.

Da die verschiedenen Kulturpflanzen verschieden auf den Kalkstickstoff reagieren, so ist es weniger richtig, mit Durchschnittszahlen zu rechnen, sondern vielmehr mit solchen, welche man speziell für die einzelnen Kulturpflanzen ermittelt. Nach unseren und Anderer Erfahrungen können entschieden die Kalkstickstoffe mit weit größerem Vorteil angewendet werden bei der Kartoffel und dem Getreide als bei den Rüben.

Zu bemerken ist noch, daß die Kalkstickstoffe beim Aufstreuen auf kalkreiche Böden oder oberflächlichem Einbringen in solche Böden im Gegensatz zu Ammoniaksalz keine oder nur geringe Stickstoffverluste erleiden. Dies beweisen:

a) Laboratoriumsversuche von Meyer und Münter (Seite 77),
b) Feldversuche von Wein:

Es gaben 15,5 kg Stickstoff folgende Mehrernten an Gerstenkörnern:

	Sandige Kalkgehalt gut	Lehmböden Kalkgehalt hoch
Salpeter, aufgestreut	+ 6,41	+ 7,57
Kalkstickstoff, aufgestreut	+ 5,81	+ 7,11
Schwefels. Ammoniak, aufgestreut	+ 3,79	+ 4,15

Die Reihenfolge in der Wirkung ist unter diesen Verhältnissen: Salpeter, Kalkstickstoff, schwefelsaures Ammoniak. Also auf gewissen Böden verdient der Kalkstickstoff bei dieser Art der Anwendung vor dem Ammoniaksalz den Vorzug. Ein großer Vorteil wäre es, wenn man die Kalkstickstoffe, da wo man den Salpeter fürchtet, als Kopfdünger im Frühjahr zu Wintergetreide (speziell Weizen) geben könnte. Hierzu ist aber zu bemerken, daß er zunächst Schädigungen bei den jungen Pflanzen hervorruft, die diese erst wieder überwinden müssen. Vielleicht führt aber eine sehr zeitige Anwendung im Frühjahr zum Ziel.

Für den norwegischen Kalksalpeter, welcher nicht bei allen Versuchen zur Anwendung kam und deshalb nicht in die obige Reihe der Versuche eingereiht werden kann, wurden folgende Zahlen ermittelt. Es wurden im Durchschnitt zweier Jahre erzeugt:

Durch	30 kg	Stickstoff	Chilesalpeter	+ 6,5 dz	Getreidekörner.
„	30 „	„	Kalksalpeter	+ 6,4 „	„
Durch	30 kg	Stickstoff	Chilesalpeter	+ 43,1 dz	Kartoffeln.
„	30 „	„	Kalksalpeter	+ 43,3 „	„
Durch	60 kg	Stickstoff	Chilesalpeter	+ 45,6 dz	Zuckerrüben.
„	60 „	„	Kalksalpeter	+ 56,7 „	„

Diese und ähnliche andere Versuche beweisen, daß der Kalksalpeter dem Chilesalpeter als gleichwertig an die Seite zu stellen ist.

Über die Verwendung der Kalkstickstoffe sei noch folgendes gesagt: Es eignen sich diese Düngemittel nicht für saure Humusböden und leichte Sandböden. Auf allen anderen Böden, besonders den feinerdigen mit gutem Kalkgehalt können sie mit Erfolg angewendet werden[1]). Zu Sommerfrüchten gebe man diese Düngemittel, damit sie ihre giftige Wirkung verlieren, 8 Tage vor der Bestellung und krümmere oder pflüge sie gleich nach dem Ausstreuen ein. Ob ihre Anwendung zu Wintergetreide besser im Herbst vor der Aussaat erfolgt oder im ganz zeitigen Frühjahr, ist noch nicht entschieden. Es wird dies auch bei den verschiedenen Bodenarten verschieden sein. Außerordentlich schwierig ist das Ausstreuen der Kalkstickstoffe, so wie sie bis jetzt in den Handel kamen, wegen ihres penetranten Geruches und starken Stäubens, so daß ein Ausstreuen im großen ohne Düngerstreumaschine nicht gut möglich ist. Geringe Mengen lassen sich wohl einmal mit der Hand streuen, nachdem sie kurz zuvor mit der doppelten Menge von nicht zu feuchtem Boden ordentlich gemischt worden sind. Wie der Verfasser hört, soll aber jenem Übelstande durch Verwendung von besserem Rohmaterial und noch durch ein besonderes Verfahren abzuhelfen sein.

Rückblick auf die letzten Abschnitte.

Wenn das über die Anwendung der stickstoffhaltigen Handelsdünger Ausgeführte in ein paar kurzen Hauptsätzen zusammengefaßt werden soll, so möge das folgendermaßen geschehen:

1. Den **Rüben** gebe man den Stickstoff immer möglichst in Form von Salpeter. Nur bei sehr hohen Stickstoffgaben, wie sie in Frage kommen könnten, wenn die Rüben nicht im Stallmist stehen, wäre vielleicht da, wo man ein starkes Verkrusten des Bodens durch hohe Salpetergaben befürchtet, eine kombinierte Düngung von Ammoniak und Salpeter zu empfehlen.

2. Den **Kartoffeln** kann man den Stickstoff ebensogut in Form von Ammoniak als Salpeter geben. In Lagen, wo

[1]) Siehe Arbeiten Immendorffs, Fühlings landw. Zeitung 1905.

die Kartoffel leicht zu Krankheiten neigt, ist Ammoniak vorzuziehen. Auch in bezug auf Geschmack und Haltbarkeit verdient die Anwendung von Ammoniak den Vorzug. Für Ammoniak kann man auf besseren Böden auch Kalkstickstoff anwenden.

3. Der **Gerste** gebe man, wenn man gute Braugerste gewinnen will, den Stickstoff immer in Form von Ammoniak oder Kalkstickstoffen, wenn man nicht den teuren Peruguano anwenden will.

4. Der **Hafer** ist dankbar für Salpeter, verwertet aber auch gut das Ammoniak und die Kalkstickstoffe.

5. Bei **Wintergetreide** (**Weizen** und **Roggen**) ist die Hauptsache eine rechtzeitige und sinngemäße Frühjahrs-Kopfdüngung mit Salpeter. Die Anwendung von Ammoniak zu Wintergetreide bietet außerordentliche Schwierigkeiten, da erstens das Ammoniak, wenn es als Herbstdüngung gegeben wird, im Winter leicht ausgewaschen wird, wenn auch nicht in dem Maße wie Chilesalpeter, und zweitens, als Kopfdünger im Frühjahr gegeben, durch den Kalk des Bodens größere oder kleinere Verluste erleidet. Aus diesem Grunde sollte man zu Wintergetreide Ammoniak nur auf stark absorbierenden Bodenarten anwenden und hier auch nur dann, wenn Krankheitserscheinungen (z. B. Befall des Weizens) zu befürchten sind, die durch den Salpeter sehr begünstigt werden. In diesem Falle ist eine Ammoniak-Herbstdüngung von 20 kg Stickstoff am Platze. Auf den Sandböden ist der Salpeter beim Wintergetreide (speziell Roggen) durch kein anderes Düngemittel zu ersetzen. Hier spielt die rechtzeitige Frühjahrsdüngung mit Salpeter eine ganz besondere Rolle.

Wie weit die Kalkstickstoffe zu Wintergetreide auf besseren Böden in Frage kommen, ob es zweckmäßiger ist, sie hier im Herbst oder ganz zeitigen Frühjahr anzuwenden usw., ist noch nicht entschieden.

F. Die durch die verschiedenen Kulturpflanzen dem Boden entzogenen Stickstoffmengen.

Ehe wir die spezielle Düngung der Kulturpflanzen besprechen, wollen wir sehen, welche Stickstoffmengen durch sie dem Boden unter

gleichen Verhältnissen entzogen werden. Wir wollen für diese Betrachtung die Ergebnisse der auf dem humosen Lehmboden der Versuchswirtschaft Lauchstädt ausgeführten statischen Versuche wählen und neben den Stickstoffmengen auch die Phosphorsäure- und Kalimengen aufführen.

Es wurden im Mittel mehrerer Jahre dem Boden auf 1 ha bei Normaldüngung entzogen durch:

	Stickstoff kg	Phosphorsäure kg	Kali kg
Winterweizensorten . .	**86,1**	36,2	82,5
Winterroggensorten . .	**68,9**	46,2	105,2
Wintergerstensorten . .	**69,6**	38,7	86,1
Sommergerstensorten .	**58,9**	33,9	79,8
Hafersorten	**84,7**	43,0	113,9
Kartoffelsorten	**113,5**	37,2	165,8
Futterrübensorten . . .	**183,2**	72,7	253,5
Zuckerrübensorten . . .	**201,0**	69,4	231,7
Raps	**124,0**	—	—

Die größten Stickstoffmengen werden demnach durch die Zuckerrüben dem Boden entzogen. Danach folgen die Futterrüben, die infolge ihres erheblich geringeren Blattwuchses dem Boden etwas weniger Stickstoff entnehmen als die Zuckerrüben. Auf die Rüben folgen in einem großen Abstand der Raps und die Kartoffeln. An diese schließen sich an der Weizen und der Hafer. Hierauf folgen Wintergerste und Roggen. Den Schluß bildet die Sommergerste. Die Phosphorsäure begleitete den Stickstoff bei den Getreidearten im Mittel im Verhältnis = 1 : 1,8 (P_2O_5 : N), während bei den Wurzelfrüchten dieses Verhältnis ein weiteres war = 1 : 2,6—3,0 (P_2O_5 : N). Obige Zahlen geben uns ein Bild von dem Bedarf unserer Kulturpflanzen an den einzelnen Nährstoffen, speziell Stickstoff, nicht aber über das Düngebedürfnis, da die einzelnen Kulturpflanzen in ganz verschiedenem Maße den Stickstoff des Bodens in Anspruch zu nehmen vermögen. Wie sehr dies der Fall ist, mögen folgende Zahlen zeigen, die auf Parzellen gewonnen sind, welche dauernd ohne Stickstoffdüngung bewirtschaftet werden. Daneben sind, um zu sehen, bis zu welcher Höhe die Nährstoffaufnahme steigen kann, die Nährstoffmengen aufgeführt, welche auf daneben liegenden Parzellen bei hohen Stickstoffgaben aufgenommen wurden. Es wurden im Durchschnitt mehrerer Jahre dem Boden auf 1 ha entzogen durch:

	Parzellen dauernd ohne Stickstoff			Parzellen dauernd mit Stickstoff (Halmfrüchte: Salpeter, Wurzelfrüchte: Stalldünger + Salpeter)		
	Stickstoff kg	Phosphorsäure kg	Kali kg	Stickstoff kg	Phosphorsäure kg	Kali kg
Weizen	**60,8**	33,3	65,2	**107,8**	49,4	120,8
Sommergerste	**40,1**	23,0	41,9	**74,3**	34,5	78,8
Zuckerrüben	**112,7**	51,9	180,4	**229,3**	80,6	272,4
Kartoffeln	**88,2**	31,8	117,8	**141,8**	44,2	198,9

Wir sehen aus diesen Zahlen, daß unter ganz gleichen Verhältnissen auf den dauernd nicht mit Stickstoff gedüngten Parzellen die Zuckerrüben dem Boden beinahe zweimal so viel Stickstoff als der Weizen und beinahe dreimal so viel als die Gerste entzogen hatten. Die Rübe vermag also den Bodenstickstoff in weit höherem Maße auszunutzen als die Getreidearten. In der Mitte steht die Kartoffel. Die verschiedene Nährstoffaufnahme ist zum Teil auf das verschieden ausgebildete Wurzelsystem der Kulturpflanzen, zum Teil auf die Dauer der Vegetationszeit, zum großen Teil aber auch auf die verschiedene Bodenbearbeitung zurückzuführen. So wird z. B. bei der Bearbeitung, welche der Rübenacker erfährt, mehr Bodenstickstoff disponibel als bei der Bearbeitung des Getreideackers. Der meiste Bodenstickstoff wird mobil gemacht bei der Bearbeitung des Kartoffelackers, welche fast einer Brachbearbeitung gleichkommt.

Wichtig ist auch zu wissen, ob die **verschiedenen Sorten** unserer Kulturpflanzen verschiedene Mengen von Nährstoffen dem Boden entziehen oder nicht. Hierüber sind jahrelange Untersuchungen bei den in Lauchstädt angebauten Sorten ausgeführt.

Es entzogen auf 1 ha im Mittel mehrerer Jahre dem Boden:

(Siehe die Tabelle auf Seite 104.)

Große Unterschiede in der Nährstoffaufnahme waren demnach bei den verschiedenen Weizensorten nicht vorhanden. Hervorzuheben wäre nur, daß die beiden ausländischen ungarischen Weizensorten dem Boden etwas größere Stickstoffmengen entzogen, trotzdem z. B. der Theißweizen 4 dz Körner weniger und auch weniger Stroh lieferte als der Weißweizen und Strubes Square head.

1. Weizensorten.

	Erträge im Durchschnitt		In Körnern und Stroh		
	Körner dz	Stroh dz	Stickstoff kg	Phosphorsäure kg	Kali kg
Weißweizen von Jaensch	33,8	68,4	**88,9**	38,6	102,5 (?)
Strubes Square head	33,3	68,7	**83,8**	36,3	82,1
Beselers Square head	29,5	64,3	**83,8**	35,0	78,5
Cimbals Gelbweizen (Kreuzung)	28,5	71,8	**81,4**	35,4	84,8
Eppweizen bzw. Salischer Sandweizen (Landweizen)	25,5	65,1	**81,4**	34,9	85,9
Ungarischer Banater	32,2	65,9	**96,6**	37,2	74,1
Ungarischer Theißweizen	29,5	62,3	**92,0**	35,8	69,7

Es ist dies zurückzuführen auf den hohen Proteingehalt der ungarischen Weizen. Auf der anderen Seite entzogen die ungarischen Sorten dem Boden etwas weniger Kali als die anderen Sorten.

2. Roggensorten.

	Erträge im Durchschnitt		In Körnern und Stroh		
	Körner dz	Stroh dz	Stickstoff kg	Phosphorsäure kg	Kali kg
Petkuser	35,1	68,5	**69,7**	46,1	106,4
Heines Zeeländer	33,5	67,5	**68,0**	46,3	103,9

Beide Sorten zeigten also bezüglich der dem Boden entzogenen Nährstoffmengen eine vollständige Übereinstimmung.

3. Wintergerstensorten.

	Erträge im Durchschnitt		In Körnern und Stroh		
	Körner dz	Stroh dz	Stickstoff kg	Phosphorsäure kg	Kali kg
Beftehorns Riesenwintergerste	37,3	59,6	**69,7**	39,7	90,7
Groninger Wintergerste	38,2	53,8	**69,5**	37,7	81,5

Es sind also auch hier Unterschiede zwischen Stickstoff- und Phosphorsäureaufnahme nicht vorhanden, wogegen Beftehorns Riesenwintergerste etwas mehr Kali dem Boden entnommen hatte, was auf die höhere Strohproduktion zurückzuführen ist.

4. Sommergerstensorten.

	Erträge im Durchschnitt		In Körnern und Stroh		
	Körner dz	Stroh dz	Stickstoff kg	Phosphorsäure kg	Kali kg
Heines Chevalier . . .	30,4	50,6	**61,0**	37,2	85,5
Rimpaus Hanna . . .	30,5	42,5	**59,5**	33,1	67,8
Goldthorpe	29,6	46,4	**56,1**	31,3	86,0

Die geringsten Stickstoffmengen waren dem Boden entzogen worden durch die Goldthorpe, welche auch im Durchschnitt den niedrigsten prozentischen Stickstoffgehalt in den Körnern aufwies. Die geringsten Kalimengen hatte die Hannagerste entnommen, was zum Teil auf die niedrigere Strohproduktion, zum Teil auch auf den niedrigeren prozentischen Kaligehalt des Strohes zurückzuführen ist.

5. Hafersorten.

	Erträge im Durchschnitt		In Körnern und Stroh		
	Körner dz	Stroh dz	Stickstoff kg	Phosphorsäure kg	Kali kg
Leutewitzer Gelbhafer . .	33,6	59,9	**86,7**	44,2	113,1
Strubes Hafer	33,5	66,5	**86,6**	44,9	124,1
Beseler II	32,3	57,7	**80,8**	39,9	104,6

Also auch bei den Hafersorten waren nennenswerte Unterschiede in der Stickstoffaufnahme nicht vorhanden. Die größten Unterschiede waren bei der Kaliaufnahme vorhanden; Strubes Hafer entnahm dem Boden infolge der höchsten Strohproduktion die höchste Menge an Kali.

6. Futterrübensorten.

	Erträge im Durchschnitt		In Wurzeln und Kraut		
	Wurzeln dz	Kraut dz	Stickstoff kg	Phosphorsäure kg	Kali kg
Eckendorfer	1002,5	140,6	**185,3**	68,5	270,6
Rote Mammut	844,1	208,8	**179,0**	73,4	246,0
Leutewitzer	824,1	219,4	**187,3**	79,1	266,6
Substantia	700,0	174,7	**181,1**	69,7	230,8

Trotz der großen Differenzen in den Roherträgen waren die in ihnen enthaltenen Nährstoffmengen,

speziell Stickstoffmengen, fast genau die gleichen, was darauf zurückzuführen ist, daß die von den verschiedenen Futterrübensorten auf 1 ha erzeugten Trockensubstanzmengen fast immer die gleichen sind, mögen die Roherträge noch so sehr schwanken.

Aus allen diesen Untersuchungen geht hervor, daß große Unterschiede in der Nährstoffaufnahme, speziell Stickstoffaufnahme, sowohl bei den verschiedenen Getreidesorten als auch Rübensorten nicht existieren, selbstverständlich vorausgesetzt, daß sie unter gleichen Verhältnissen zum Anbau kommen. Über die Nährstoffaufnahme durch die verschiedenen Kartoffelsorten liegen leider Untersuchungen nicht vor; hier werden wir es sicherlich in Anbetracht der so außerordentlich verschiedenen Leistungsfähigkeit der verschiedenen Kartoffelsorten mit größeren Schwankungen zu tun haben.

G. Die spezielle Düngung der verschiedenen Kulturpflanzen.

Allgemein gültige Düngungsvorschriften lassen sich selbstverständlich nicht geben, da Höhe und Form der Stickstoffdüngung abhängig zu machen sind von den örtlichen Verhältnissen, den Vorfrüchten und der Düngung der Vorfrüchte. Da, wo die örtlichen Verhältnisse (Boden und klimatische Verhältnisse) hohe Erträge nicht ermöglichen, kann man selbstverständlich die Früchte auch durch die höchsten Düngungen nicht zu hohen Produktionen bringen; da wo dies aber nicht der Fall ist, wo Boden und klimatische Verhältnisse eine hohe Steigerung der Ernten ermöglichen, da darf es an einer ausgiebigen Düngung nicht fehlen. Daß es noch viele Verhältnisse gibt, wo der Düngung, speziell der Stickstoffdüngung, nicht die ihr gebührende Beachtung geschenkt wird, das zeigen alljährlich zahlreiche Versuche. Daß die Düngung von der Vorfrucht abhängig zu machen, daß z. B. der Weizen eine höhere Stickstoffdüngung nach der anspruchsvolleren Zuckerrübe nötig hat als nach der weniger anspruchsvollen Kartoffel, ist selbstverständlich und bekannt. Ebenso ist es selbstverständlich, daß die Düngung der Vorfrüchte berücksichtigt werden muß. In erster Linie ist die Düngung abhängig zu machen von Menge und Art des zu den Vorfrüchten gegebenen Stalldüngers. Es ist durchaus nicht gleichgültig, ob die Vorfrucht 100 oder 200 Ztr. Stalldünger, ob sie guten oder schlechten er-

halten hat, ob die zu düngende Vorfrucht in zweiter oder in dritter Tracht usw. zu stehen kommt. Das sind die wichtigsten Gesichtspunkte, welche man bei der Düngung zu berücksichtigen hat.

1. Der Weizen.

a) Das Stickstoffbedürfnis des Weizens.

Dieses ist ein ziemlich großes. Im Mittel mehrerer Jahre wurden nach Lauchstädter Ermittelungen durch die verschiedenen Weizensorten dem Boden 86,1 kg Stickstoff auf 1 ha entzogen. Da für den Weizen 30 kg Stickstoff auf 1 ha schon eine ziemlich reiche Düngung repräsentieren, so hat zum größten Teil der Weizen seinen Stickstoffbedarf durch den Stickstoffvorrat des Bodens zu decken.

b) Die Höhe und Form der Stickstoffdüngung.

Diese ist, wenn von den örtlichen Verhältnissen und der Vorfrucht abgesehen wird, in erster Linie abhängig zu machen von Höhe und Art der Stallmistdüngung der Vorfrüchte. Ein Beispiel aus der Lauchstädter Versuchstätigkeit: Es wird bei den dortigen statischen Versuchen alljährlich einerseits, der Weizen nach in Stalldünger gebauten Kartoffeln, anderseits nach nicht in Stalldünger gebauten Kartoffeln angebaut, und zwar auf Parzellen, welche auch in den vorangegangenen Jahren Stalldünger nicht erhalten haben.

Es wurden im Mittel mehrerer Jahre geerntet:

	Körner dz	Stroh dz
Vorfrucht: Kartoffeln ohne Stalldünger.		
40 kg Stickstoff[1]) . . .	40,50	65,24
Ohne Stickstoff	30,75	52,00
Durch Stickstoffdüngung	+ 9,75	+ 13,24
Vorfrucht: Kartoffeln, 300 dz Hofdünger.		
40 kg Stickstoff . . .	40,13	66,25
Ohne Stickstoff	34,91	54,76
Durch Stickstoffdüngung	+ 5,22	+ 11,49
Vorfrucht: Kartoffeln, 300 dz Tiefstalldünger.		
40 kg Stickstoff . . .	43,62	71,79
Ohne Stickstoff	39,25	65,07
Durch Stickstoffdüngung	+ 4,37	+ 6,72

[1]) 1/2 Ammoniak, 1/2 Salpeter.

Wir sehen also, daß die Stickstoffdüngung einen weit größeren Effekt da hervorrief, wo die Vorfrucht keinen Stalldünger erhalten hatte.

Es wurden erzeugt:

	Körner dz	Stroh dz
Durch 40 kg Stickstoff, Vorfrucht ohne Stalldünger	+ 9,75	+ 13,24
„ 40 „ „ „ **Hofdünger** . . .	+ 5,22	+ 11,49
„ 40 „ „ „ **Tiefstalldünger** .	+ 4,37	+ 6,72

Da, wo die Vorfrucht keinen Stalldünger erhalten hatte, hatte die Stickstoffdüngung ihre Schuldigkeit getan. Es wurden hier durch 40 kg Stickstoff 9,75 dz Körner, demnach durch 1 dz Salpeter mit 15,5 % Stickstoff 3,8 dz Körner erzeugt, ein Mehrertrag, den man bei günstigen Witterungsverhältnissen von 1 dz Salpeter erwarten darf. Weit geringer war nun die Leistung des Salpeters da, wo der Weizen nach in Stalldünger gebauten Kartoffeln stand. Hier wurden durch 1 dz Salpeter nur 2,0 dz (Vorfrucht Hofdünger) bzw. nur 1,7 dz Körner (Vorfrucht Tiefstalldünger) erzeugt, Mehrernten, welche schon ½ dz Salpeter zu erzeugen vermag. Dies Ergebnis ist auch nicht überraschend, denn durch die Nachwirkung des Hofdüngers waren bereits 4,16 dz Körner, durch die Nachwirkung des Tiefstalldüngers sogar schon 8,50 dz Körner erzeugt worden. 20 kg Stickstoff auf 1 ha (10 Pfd. pro Morgen) hätten für den Weizen, welcher nach in Stalldünger gebauten Kartoffeln zu stehen kam, zur Erzielung von Höchsternten genügt, während da, wo die Vorfrucht nicht im Stalldünger stand, die doppelte Menge Stickstoff sich gut bezahlt machte. Es gebraucht der Weizen, der in zweiter Tracht steht, einen geringeren Zuschuß von Stickstoff als der, welcher in dritter Tracht steht; der, welcher in dritter Tracht steht, einen geringeren Zuschuß als der, welcher in vierter Tracht steht usw. Die Stallmistdüngung muß also die Grundlage für die Bemessung der Gaben von Salpeter, Ammoniak und anderen Stickstoffdüngern sein.

Nach den in Lauchstädt und in der Provinz gemachten Erfahrungen ist im allgemeinen auf besserem Boden für Weizen in zweiter Tracht eine Gabe von 20 kg Stickstoff (10 Pfd. pro Morgen), für Weizen in dritter und vierter Tracht eine Gabe von 30—35 kg Stickstoff auf 1 ha als vollständig ausreichend anzusehen. Auf mehr stickstoffbedürftigen Mittelböden können diese Gaben oft mit Vorteil auf 30—40 kg gesteigert werden.

Vielfach baut man den Weizen auch direkt in Stalldünger. Das sollte aber, da die Wurzelfrüchte den Stall-

dünger besser verwerten, nur bei einem Überschuß von Stalldünger geschehen.

Wie aus den unendlich vielen Versuchen, welche in allen Teilen des Landes angestellt wurden, hervorgeht, lohnt der Weizen die Frühjahrsdüngung in Form von Salpeter am besten (siehe S. 87, 94, 95). Aus diesem Grunde gebe man dem Weizen im Herbst nur dann Stickstoff und nur so viel, wie unbedingt notwendig ist. Eine Herbstdüngung kann wohl meistens erspart werden, besonders wenn der Weizen in zweiter Tracht steht, z. B. nach in Stallmist gebauten Kartoffeln. In dem Falle, wo ein Stickstoffbedarf im Herbst vorhanden ist, beschränke man die Gabe auf 10 kg Stickstoff (5 Pfd. pro Morgen). Es kann diese Stickstoffgabe sowohl in Form von Ammoniak als auch Salpeter erfolgen; die Salpeterdüngung hat den Vorteil, daß sie die Pflanzen schneller treibt, die Ammoniakdüngung, daß sie nicht so leicht ausgewaschen wird. Eine größere Ammoniakgabe ist zu Weizen nur dann am Platze, wenn man Krankheitserscheinungen (z. B. Befall) befürchtet, die durch den Salpeter sehr begünstigt werden. Unter diesen Verhältnissen gebe man auf kalkreichen besseren Bodenarten die in Aussicht genommene Ammoniakdüngung im Herbst als Ammoniaksuperphosphat (4 dz 5+10), welches ordentlich einzukrummern oder vielleicht noch besser unterzupflügen ist, auf kalkärmeren, mehr durchlässigen Böden erst im Frühjahr als Kopfdüngung. Die volle in Aussicht genommene Stickstoffgabe in solchen Fällen in Form von Ammoniak zu verabfolgen, wird sich aber wohl fast nie als notwendig erweisen, sondern vielmehr ein kleiner Teil in Form von Salpeterkopfdüngung immer am Platze sein.

c) Der Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Qualität des Weizens.

Die Stickstoffdüngung steigert nicht nur die Ernten, sondern auch den prozentischen Proteingehalt der Körner und des Strohes. Einige Beispiele dafür aus der Lauchstädter Versuchstätigkeit:

(Siehe die Tabelle auf Seite 110.)

Wir sehen, daß in jedem Jahre der Protein- und Klebergehalt durch die Salpeter-Ammoniakdüngung nicht unerheblich gestiegen ist. Der Stalldünger hatte in seiner Nachwirkung den Protein- und Klebergehalt nicht erhöht, sondern nur an der Ertragssteigerung beigetragen. Direkt zum Weizen gegeben erhöht auch er den Protein- und Klebergehalt, allerdings nicht in dem Maße wie der intensiv wirkende Salpeter und das Ammoniak.

	1904			1905			1906		
	Körner	Mehl		Körner	Mehl		Körner	Mehl	
	Protein %	Protein %	Kleber %	Protein %	Protein %	Kleber %	Protein %	Protein %	Kleber %
Parzellen, mehrere Jahre ohne Stickstoffdüngung . .	7,88	6,63	4,56	11,56	8,81	7,50	10,44	8,69	6,88
Parzellen, 40 kg Stickstoff (1/2 Ammoniak, 1/2 Salpeter)	—	—	—	13,50	11,25	9,50	11,94	9,69	8,06
Parzellen, Vorfrucht Stalldünger	—	—	—	11,56	8,94	7,31	10,56	9,00	7,19
Parzellen, Vorfrucht Stalldünger + 40 kg Stickstoff (1/2 Ammoniak, 1/2 Salpeter)	10,06	8,00	6,13	13,31	10,25	8,44	11,88	10,19	8,31

In welcher Weise wird nun die Backfähigkeit des Weizens durch die Düngung beeinflußt? Man hat bis vor kurzer Zeit geglaubt, daß die Backfähigkeit von dem Klebergehalt abhängig sei, daß ein kleberreicher Weizen auch ein besseres und ergiebigeres Gebäck liefere. Anderseits hat man seitens der Müller der künstlichen Stickstoffdüngung einen nachteiligen Einfluß zugeschrieben. Das sind Widersprüche, die inzwischen aufgeklärt sind. Versuche, welche Fischer und der Verfasser mit D. Meyer ausführten, haben gezeigt, daß die Backfähigkeit von dem Klebergehalt direkt nicht abhängig ist, sondern von anderen Verhältnissen.

So kann, wie Versuche von D. Meyer und dem Verfasser zeigen, der mit reichlichen Stickstoffmengen gedüngte Weizen einmal eine bessere, einmal eine schlechtere Backfähigkeit aufweisen.

Es mögen dies folgende Beispiele zeigen:

		100 g Mehl lieferten ccm Gebäck:	
1904:	Ohne Stickstoffdüngung	412,1	Gebäck mäßig.
1904:	Starke „	469,3	„ gut.
1905:	Ohne Stickstoffdüngung	440,8	Gebäck nicht genügend.
1905:	Starke „	516,7	„ sehr gut.
1906:	Ohne Stickstoffdüngung	488,8	Gebäck gut.
1906:	Starke „	419,5	„ mäßig.

Es hatte also die intensive Stickstoffdüngung in den Jahren 1904 und 1905 die Qualität des Weizens außerordentlich günstig beeinflußt, während im Jahre 1906 die umgekehrte Erscheinung zu verzeichnen ist. Da die Jahre 1904 und 1905 sehr trocken waren, das Jahr 1906 sehr naß, so liegt es nahe, den Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Qualität des Weizens mit den Niederschlägen in Verbindung zu bringen. *Bei mehr trockener Witterung scheint die Stickstoffdüngung einen sehr günstigen Einfluß auf die Qualität des Weizens auszuüben; bei zu nasser Witterung scheint sich das Gegenteil bemerkbar zu machen. Jedenfalls trifft die Ansicht der Müller in bezug auf die Düngung des Weizens nicht zu. Es kann mal die Düngung einen schädigenden Einfluß auf die Backfähigkeit ausüben, es kann aber auch das Umgekehrte eintreten. Zeigt einmal infolge einer starken Stickstoffdüngung ein Weizen zunächst eine schlechtere Backfähigkeit, so kann durch längeres Lagern auch bei ihm ein gut backfähiges Mehl erhalten werden.*

Beispiel für die Düngung des Weizens.

Herbst:		*Frühjahr:*
Winterweizen ohne Stalldünger:		
2 dz Superphosphat (18 %) **(oder Thomasmehl)** **ev. 4 dz Kainit.**		**1—1½ dz Salpeter bei Beginn der Vegetation; ev. noch 1 dz Salpeter später je nach Stand** (abhängig zu machen von Boden, Vorfrucht und Düngung der Vorfrucht).
Nach Halmfrüchten und nach Zuckerrüben ohne Stalldünger	**⅔ dz Salpeter.**	
Nach Zuckerrüben u. Kartoffeln in Stalldünger u. Leguminosen (Klee, Luzerne, Erbsen, Bohnen)	—	
oder:		
3—4 dz Amm.-Super 5 + 10 [1]**, ev. 4 dz Kainit.**		**⅔—1 dz Salpeter bei Beginn der Vegetation, ev. noch ⅔ dz Salpeter später.**
***Winterweizen in Stalldünger** (160—200 dz):*		
ev. 1—1½ dz Superphosphat (oder Thomasmehl).		**ev. 1 dz Salpeter je nach Stand.**

[1]) Für Ammoniak auch Kalkstickstoff oder Stickstoffkalk.

Sommerweizen ohne Stalldünger:

Herbst:	Frühjahr:
—	2 dz Superphosphat, 4 dz Kainit, 1—1½ dz Salpeter bei der Bestellung, ev. ⅔—1 dz als Kopfdüngung je nach Stand.
oder: —	4 dz Kainit, 3—4 dz Amm.-Super 5 + 10[1]), ⅔—1 dz Salpeter als Kopfdüngung je nach Stand.

2. Der Roggen.

a) Das Stickstoffbedürfnis des Roggens.

Dieses ist bekanntlich ein geringeres als das des Weizens. Während z. B. die Weizensorten auf Lauchstädter Boden im Durchschnitt der Jahre 86,1 kg Stickstoff auf 1 ha aufnahmen, nahmen die Roggensorten nur 68,9 kg Stickstoff auf.

b) Die Höhe und Form der Stickstoffdüngung.

Die Stickstoffdüngung muß auf besserem Boden beim Roggen niedriger bemessen werden als beim Weizen, da sein Stickstoffbedürfnis ein geringeres ist und er den alten Stickstoffvorrat des Bodens sehr gut, mindestens so gut als der Weizen, auszunutzen vermag. Baut man den Roggen in Stalldünger, so wird sich auf besseren und mittleren Böden eine weitere Düngung meistens als unnötig erweisen. Im übrigen gilt für den Roggen das beim Weizen Gesagte: Es ist die Höhe der Düngung abhängig zu machen von den örtlichen Verhältnissen, der Vorfrucht und der Düngung zur Vorfrucht (in erster Linie Stallmistdüngung). Steht der Roggen in zweiter Tracht, so hat der Stickstoffzuschuß nur ein geringer zu sein, kann unter Umständen auf besserem Boden ganz in Fortfall kommen; steht er in dritter Tracht, so muß der Zuschuß ein größerer sein usw. Je nachdem gebe man auf besserem Boden auf 1 ha 0, 10, 15 oder 20 kg Stickstoff. Auf stickstoffärmeren Böden (lehmigem Sand und Sandboden) nutzt der Roggen oft eine erheblich höhere Stickstoffdüngung aus, in Gegenden mit aus-

---

[1]) Für Ammoniak auch Kalkstickstoff oder Stickstoffkalk.

reichenden Niederschlägen bis 40 kg Stickstoff und darüber.

Die Frühjahrsdüngung in Form von Salpeter ist beim Roggen noch mehr am Platze als beim Weizen. Besonders ist dies bei dem leichteren Boden der Fall. Hier geht der im Herbst gegebene Stickstoff nahezu vollständig verloren, mag er in Form von Salpeter oder Ammoniak gegeben worden sein, und im Frühjahr kommt es hier besonders darauf an, den Roggen schnell zur Entwicklung zu bringen, damit er die Winter- und Frühjahrsfeuchtigkeit ordentlich ausnutzen kann. Das kann nur durch Salpeter geschehen, wobei die Höhe der Salpeterdüngung den örtlichen Verhältnissen anzupassen ist. Durch eine sinngemäße zeitige Salpeter-Frühjahrsdüngung lassen sich, wie zahlreiche Versuche beweisen, und worauf auch Vibrans-Calvörde schon wiederholt hinwies, die Roggenernten auf den leichten Bodenarten noch erheblich steigern. Eine Herbstdüngung soll der Roggen nur dann erhalten, wenn dieselbe unbedingt notwendig ist. Im allgemeinen entwickelt sich der Roggen im Herbst schon ohne Stickstoffdüngung kräftig genug, so daß eine Herbstdüngung nur in Ausnahmefällen notwendig ist (siehe Seite 95).

c) Der Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Qualität des Roggens.

Wie beim Weizen und allen anderen Körnerfrüchten erhöht die Stickstoffdüngung auch beim Roggen den Proteingehalt der Körner. Ob und in welcher Weise die Stickstoffdüngung auf die Backfähigkeit des Roggens Einfluß hat, ist nicht genügend bekannt.

Beispiel für die Düngung des Roggens.

Bessere Böden:

Herbst:	Frühjahr:
Roggen ohne Stalldünger:	
2 dz Superphosphat (18 %) **(oder Thomasmehl)**	$^2/_3$—$1^1/_2$ [1]) **dz Salpeter, je nach Stand, Vorfrucht und Düngung der Vorfrucht.**
oder, wenn eine Stickstoffgabe im Herbst unbedingt notwendig:	
2 dz Superphosphat (18 %) **(oder Thomasmehl)** **$^2/_3$ dz Salpeter** **bzw. 3 dz Amm.-Super** 5 + 10 [2])	$^1/_2$—1 **dz Salpeter, je nach Stand, Vorfrucht und Düngung der Vorfrucht.**

[1]) Die höheren Gaben dürften nur für stickstoffbedürftigere Mittelböden in Frage kommen.

[2]) Für Ammoniak auch Kalkstickstoff oder Stickstoffkalk.

Herbst:	Frühjahr:
Roggen in Stalldünger (160—200 dz):	
ev. 1—1 1/2 Superphosphat (oder Thomasmehl).	ev. 1/2—2/3 dz Salpeter.

Leichtere Böden:

Roggen ohne Stalldünger:	
2—3 dz Thomasmehl, ev. 4 dz Kainit, 1/2 dz Salpeter (nur wenn unbedingt notwendig).	1—3 dz Salpeter, je nach Produktionsfähigkeit der Böden. (Hohe Salpetermengen in 2 Gaben, erste Gabe sehr zeitig.)
Roggen in Stalldünger (160—200 dz):	
ev. 1—1 1/2 dz Thomasmehl.	2/3—1 1/2 dz Salpeter.

3. Die Gerste.

a) Das Stickstoffbedürfnis der Gerste.

Die Sommergerstenernten enthalten noch weniger Stickstoff als die Roggenernten, vorausgesetzt, daß Gerste und Roggen unter gleichen Verhältnissen angebaut werden und die Gerste nicht überdüngt wird. So wurden auf dem Lauchstädter Boden durch verschiedene Sommergerstensorten im Durchschnitt von 5 Jahren dem Boden nur 58,9 kg Stickstoff entzogen, während die Roggensorten 68,9 kg Stickstoff aufnahmen. Hierbei ist aber zu bedenken, daß die Sommergerste in kurzer Zeit ihr Stickstoffbedürfnis zu decken hat, während dem Roggen eine lange Zeit für seine Entwicklung zur Verfügung steht. Ungefähr die gleiche Menge von Stickstoff wie der Roggen nimmt die Wintergerste auf. Wurden durch die Roggensorten 68,9 kg Stickstoff aufgenommen, so nahmen die Wintergerstensorten 69,6 kg Stickstoff auf.

b) Die Höhe und Form der Stickstoffdüngung.

Will man gute, eiweißarme Braugerste gewinnen, so ist die Stickstoffgabe niedrig zu bemessen. In welch hohem Maße eine intensive Stickstoffdüngung die Qualität der Gerste verschlechtert, zeigen zahlreiche Lauchstädter Versuche, aus welchen ein Beispiel herausgegriffen werden möge:

I. Parzellen 6 Jahre ohne Stalldünger (Vorfrucht Rüben).

Düngung:	Körnerertrag auf 1 ha dz	Körner Protein %
Phosphorsäure + Kali	21,47	6,44
„ + „ + 20 kg Stickstoff (1 dz schwefels. Ammoniak)	28,57	6,75
Phosphorsäure + Kali + 40 kg Stickstoff (1 dz schwefels. Ammoniak + 1 1/8 dz Chilesalpeter)	34,57	8,00

II. Parzellen (Vorfrucht Rüben in 400 dz Stalldünger).

Düngung:	Körnerertrag auf 1 ha dz	Körner Protein %
Phosphorsäure + Kali	34,97	7,50
„ + „ + 20 kg Stickstoff (1 dz schwefels. Ammoniak)	36,94	8,44
Phosphorsäure + Kali + 40 kg Stickstoff (1 dz schwefels. Ammoniak + 1 1/8 dz Chilesalpeter)	36,96	10,38

Die niedrigste Ernte und der niedrigste Eiweißgehalt ist selbstverständlich auf den Parzellen zu verzeichnen, die Jahre hindurch weder Stalldünger noch künstliche Stickstoffdünger erhalten hatten. So zu wirtschaften wäre natürlich ganz unrationell. Der ideal niedrige Eiweißgehalt von 6,44 % und die damit verbundene gute Qualität der Gerste ist durch den außerordentlich großen Ernteausfall sehr teuer erkauft worden. Bei mäßiger Stickstoffdüngung, 20 kg auf 1 ha (1/2 Ztr. schwefelsaures Ammoniak pro Morgen), war auf diesen Parzellen, welche Jahre hindurch ohne Stalldünger bewirtschaftet waren, bei erheblich steigenden Ernten (von 21 1/2 dz auf 28 1/2 dz) der Eiweißgehalt nicht viel höher (6,75 %), die Qualität beinahe ebensogut. Auch die sehr hohe Stickstoffdüngung von 40 kg Stickstoff auf 1 ha (1/2 Ztr. schwefelsaures Ammoniak + 2/3 Ztr. Salpeter pro Morgen) hatte hier auf diesen stickstoffhungrigen Parzellen noch Körner mit einem niedrigen Eiweißgehalt (8 %) erzeugt. Einen sehr nachteiligen Einfluß hatte dagegen diese hohe Stickstoffdüngung auf den Parzellen ausgeübt, auf welchen die Vorfrucht eine starke Stallmistdüngung erhalten hatte. Hier stieg der Eiweißgehalt auf 10,38 %. Auf diesen Parzellen, wo der Stalldünger eine intensive Nachwirkung zeigte, war schon eine Gabe von 20 kg Stickstoff auf 1 ha (1/2 Ztr. schwefelsaures Ammoniak) etwas zu hoch. Hier wären 10 kg Stickstoff auf 1 ha (1/4 Ztr. schwefelsaures Ammoniak pro Morgen) die richtige Gabe gewesen.

Einen außerordentlich günstigen Einfluß hatte der Stalldünger in seiner Nachwirkung ausgeübt:

	Körnerertrag auf 1 ha dz	Körner Protein %
Parzellen Phosphorsäure + Kali, Vorfrucht Stalldünger	34,97	7,50
Parzellen Phosphorsäure + Kali, Vorfrucht ohne Stalldünger	21,47	6,44
Durch Nachwirkung des Stalldüngers:	+ 13,50	+ 1,06

Durch die Nachwirkurg des Stalldüngers wurden demnach 13½ dz Körner auf 1 ha (6¾ Ztr. pro Morgen) erzeugt, ohne daß die Qualität der Gerste in nennenswerter Weise verschlechtert worden war. Man lasse daher die Gerste so weit wie möglich auf in Stalldünger angebaute Wurzelfrüchte folgen. Steht die Gerste nach in Stalldünger gebauten Kartoffeln, so gebe man ihr auf besserem Boden gar keinen Stickstoff, steht sie nach in Stalldünger gebauten Rüben, so ist eine Stickstoffgabe von 10 kg auf 1 ha am Platze. Für die Gerste in dritter Tracht kann eine Gabe von 20 kg, für Gerste in vierter Tracht eine solche von 25—30 kg Stickstoff als angemessen angesehen werden.

Einen außerordentlich großen Einfluß auf den Proteingehalt der Gerste übt die Jahreswitterung aus. In günstigen Jahren mit hohen Erträgen zeigt die Gerste, wenn kein Lager eintritt, einen niedrigeren, in ungünstigen, sehr trockenen Jahren einen hohen Proteingehalt.

Ein Beispiel aus den Lauchstädter Versuchen:

Düngung auf 1 ha	1903		1904	
	Günstiges Jahr mit hohen Erträgen		Sehr trockenes Jahr mit niedrigen Erträgen	
	Körnerertrag dz auf 1 ha	Körner Protein %	Körnerertrag dz auf 1 ha	Körner Protein %
I. Hohe Stickstoffgabe, Vorfrucht Rüben ohne Stalldünger:				
40 kg Stickstoff, volle Mineraldüngung	39,03	8,69	28,35	10,69
40 kg Stickstoff, allein	35,30	8,44	24,18	12,00
Ohne „ volle Mineraldüngung	30,68	6,69	25,53	8,50
II. Niedrigere Stickstoffgabe, Vorfrucht Rüben in Stalldünger (200 dz a. 1 ha):				
20 kg Stickstoff, volle Mineraldüngung	40,85	8,19	27,60	9,06
20 kg Stickstoff, allein	37,05	8,06	28,48	9,75
Ohne „ volle Mineraldüngung	34,88	7,00	26,70	8,25

Wir sehen, daß in dem sehr trockenen Jahre 1904, welches niedrige Körnererträge brachte, der Proteingehalt der Körner bei gleicher Düngung ein viel höherer war als im Jahre 1903, wo hohe Erträge gewonnen wurden. Besonders war dies der Fall auf Parzellen mit hoher Stickstoffdüngung. Auf diesen Parzellen zeigte die Gerste in dem trockenen Jahre einen um 2—3½% höheren Proteingehalt. Wie ist dies zu erklären? Sehr einfach: Die Gerste hatte in dem ertragarmen Jahre ungefähr die gleiche Stickstoffmenge aufgenommen als in dem ertragreichen, so daß auf hohe und niedrige Ernten die gleiche absolute Stickstoffmenge kommt. Infolgedessen muß der prozentische Stickstoffgehalt (Proteingehalt) einer geringeren Ernte höher sein als der einer hohen. Wir haben es hier mit einer Erscheinung zu tun, die sich auch bei anderen Kulturpflanzen zeigt. **Je höher bei gleicher Stickstoffdüngung die Erträge sind, desto niedriger ist im allgemeinen der prozentische Proteingehalt, und je niedriger die Erträge, desto höher gestaltet sich der prozentische Proteingehalt.** Die Kulturpflanzen nehmen in der ersten und mittleren Vegetationsperiode, vorausgesetzt, daß der Boden nicht allzu trocken ist, den Hauptteil ihres Stickstoffbedarfs auf; wird nun durch irgendwelche Störungen die Vegetation unterbrochen, z. B. infolge zu großer Trockenheit, so kann sich das Stärkemehl nicht in ausgiebiger Weise ausbilden, so daß nun infolge des Defizits von Stärkemehl die Körner einen hohen prozentischen Stickstoffgehalt (Proteingehalt) zeigen.

Aus diesen Betrachtungen sehen wir, daß die Jahreswitterung auf den Proteingehalt der Gerste einen großen Einfluß hat und eine Stickstoffdüngung in trockenen Jahren den prozentischen Proteingehalt besonders leicht erhöht. Die Jahreswitterung können wir nicht voraussehen und hiernach uns nicht mit der Stickstoffdüngung einrichten. Wohl können wir aber aus den obigen und anderen derartigen Versuchen folgern, daß man auf Böden, wo die Gerste höhere Erträge nicht liefert, mit der Stickstoffdüngung besonders vorsichtig sein muß, wenn man Qualitätsgerste erzeugen will.

Zur Erzeugung von Qualitätsgerste ist der intensiv wirkende Salpeter für gewöhnlich nicht geeignet. Für diesen **Zweck eignen sich mehr die weniger intensiv wirkenden Stickstoffformen, wie das Ammoniaksalz, der Kalkstickstoff, Stickstoffkalk und der Peruguano.** Zwar erzeugt der Salpeter einen höheren Mehrertrag, der geringere Mehrertrag, welcher durch die

anderen Stickstoffformen erzielt wird, wird aber reichlich aufgehoben durch die durch sie gewonnene bessere Qualität.

Es gab z. B. im Mittel mehrerer Versuche[1]) die **Peruguanogerste** mehr oder **weniger** als die **Salpetergerste**:

Körnerertrag dz auf 1 ha	Protein %	Extrakt %
— 1,2	**— 0,62**	**+ 4,31**

Wie die Zahlen zeigen, erzeugte der Peruguano einen geringeren (um etwas über 1 dz geringeren) Mehrertrag als der Salpeter; dagegen war die Peruguanogerste in ihrer Qualität erheblich besser. Ihr Proteingehalt war um 0,62 % niedriger, ihr Extraktgehalt um 4,31 % höher als der der Salpetergerste. Dementsprechend zeigte auch die Guanogerste viel mehr mehlige Körner als die Salpetergerste. Zahlreiche vergleichende Versuche, welche später einerseits mit Ammoniak und Peruguano, anderseits mit Salpeter und Ammoniak angestellt wurden, zeigten dann, daß sich mit Ammoniak bei ausreichenden Mengen von Kali ungefähr eine gleich gute Qualität wie mit Peruguano und etwas höhere Erträge erzielen lassen, so daß die Düngung der Gerste mit dem billigeren Ammoniaksalz rentabler sein dürfte als die Düngung mit dem teureren Peruguano.

Eine mäßige Düngung der Gerste mit Salpeter soll nicht unter allen Umständen verworfen werden. Sie kann am Platze sein, wenn es darauf ankommt, schwache Gerste schnell zu kräftigen, oder auch wohl hier und da in Verbindung mit Ammoniak oder Peruguano auf Schlägen zur Anwendung kommen, welche Jahre hindurch nicht mit Stallmist oder Gründüngung gedüngt wurden. Als Normaldüngung für die Gerste soll aber der Salpeter nicht angesehen werden.

c) Der Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Qualität der Gerste.

Alle Stickstoffdüngungen, besonders starke Stickstoffgaben, erhöhen, wie obige Beispiele zeigen, den Proteingehalt, was bei der Futtergerste und der Gerste, welche für die Malzbereitung in Brennereien verwandt wird, nicht unerwünscht, bei der Braugerste aber gleichbedeutend ist mit einer größeren oder kleineren Qualitätsverschlechterung; denn je höher der Proteingehalt im allgemeinen, desto geringer der Stärkegehalt und die Extraktausbeute, und je niedriger der Proteingehalt, je höher der Stärkemehlgehalt und die Extraktausbeute. In welcher Weise beim Anbau von Braugerste Höhe und Form der Stickstoffdüngung der Gerste angepaßt werden müssen, ist unter b gesagt worden.

---

[1]) Maercker, II. und III. Bericht der Versuchswirtschaft Lauchstädt 1899.

Beispiel für die Düngung der Gerste.

Sommergerste:

2 dz Superphosphat,
4 dz Kainit.

Außerdem:

II. Tracht: **½ dz schwefels. Ammoniak**[1]) (nach in Stalldünger gebauten Kartoffeln keinen Stickstoff).

III. Tracht: **1 dz schwefels. Ammoniak**[1]).

IV. Tracht: **1¼—1½ dz schwefels. Ammoniak**[1]).

Wintergerste:

wie Sommergerste; schlecht durch den Winter gekommene Gerste zunächst ½—⅔ dz Salpeter.

4. Der Hafer.

a) Das Stickstoffbedürfnis des Hafers.

Dieses ist ein ziemlich hohes. Es wurden durch verschiedene Hafersorten in Lauchstädt dem Boden auf 1 ha 84,7 kg Stickstoff entzogen, während die Winterweizen ungefähr die gleichen Stickstoffmengen, die Roggen- und Wintergerstensorten 15—16 kg, die Sommergerstensorten 26 kg Stickstoff weniger dem Boden entzogen. Ausgezeichnet nutzt der Hafer den alten Stickstoffvorrat des Bodens aus; denn häufig kommt es vor, daß auf besseren Böden in Jahren mit reichlichen Niederschlägen, wenn auch nicht höchste Strohernten, so doch höchste Körnerernten gewonnen werden. Auf diese hohe Inanspruchnahme des Bodenstickstoffs und auf das hohe Wasserbedürfnis des Hafers, infolgedessen der Hafer den Boden in einem weniger guten Zustande zurückläßt, ist es wohl hauptsächlich zurückzuführen, daß der Hafer eine so schlechte Vorfrucht ist.

b) Die Höhe und Form der Stickstoffdüngung.

Diese ist wie bei allen Früchten abhängig zu machen von den örtlichen Verhältnissen, der Vorfrucht und Düngung der Vorfrucht (speziell Stallmist- und Gründüngung). *Je nachdem wähle man eine Gabe von 15—30 kg Stickstoff auf 1 ha. Es gibt Böden, auf denen der Hafer, wenn er in einer späteren Tracht steht, noch eine höhere Gabe als 30 kg Stickstoff auf 1 ha ausnutzt, es gehört dies aber wohl zu den Seltenheiten. Will man den Hafer stärker düngen, so*

[1]) Im Gemisch mit Super. Für Ammoniak auch Kalkstickstoff oder Stickstoffkalk. Bei III. und IV. Tracht ev. ein Teil in Form von Salpeter.

ist vor allem, um dem Lagern nach Möglichkeit vorzubeugen, die Aussaat schwächer zu bemessen (100 kg auf 1 ha = 50 Pfd. pro Morgen) und die Drillweite nicht zu eng zu wählen. Neben Stalldünger oder Gründüngung, vorausgesetzt, daß die letztere einigermaßen geraten ist, gebe man dem Hafer keine weitere Stickstoffdüngung.

Der Hafer nutzt sehr gut aus den Stickstoff des Stalldüngers und der Gründüngung. Hierbei ist aber zu bemerken, daß sich der Hafer nach üppig gewachsener Gründüngung in feuchten Jahren sehr leicht lagert, so daß alle Vorteile der Gründüngung verloren gehen können. Um diesem Übelstande nach Möglichkeit vorzubeugen, ist in solchem Falle die Aussaat besonders schwach und die Drillweite möglichst weit zu bemessen.

Was die künstlichen Düngemittel betrifft, so ist der Hafer sehr dankbar für eine Salpeterdüngung, nutzt aber auch das Ammoniaksalz und die Kalkstickstoffe gut aus. Sieht man die außerordentlich vielen Versuche durch, welche über die Wirkung der verschiedenen Stickstoffformen angestellt wurden, so findet man, daß der Hafer diejenige Halmfrucht ist, welche den Ammoniakstickstoff am besten ausnutzt (siehe Seite 84, 85).

c) Der Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Qualität des Hafers.

Die Stickstoffdüngung erhöht den Proteingehalt des Hafers, was hier beim Hafer besonders erwünscht ist. Deshalb gebe man dem Hafer eine reichliche Stickstoffdüngung. Eine Überdüngung ist jedoch zu vermeiden, da durch eine solche leicht Lager erzeugt wird, infolgedessen flache leichte Körner gewonnen werden.

Beispiel für die Düngung des Hafers.

Hafer ohne Stalldünger[1]):

a) Nach Stickstoffzehrern:

ev. 2 dz Superphosphat (18 %) **oder Thomasmehl**[2]).

Außerdem:

II. Tracht: **1 dz Salpeter**[3]) (nach in Stallmist gebauten Kartoffeln unter Umständen keinen Stickstoff).

III. Tracht: **1½ dz Salpeter**[3]) } ev. in zwei Gaben.
IV. Tracht: **2 dz Salpeter**[3]) }

---

[1]) Einer Kalidüngung bedarf der Hafer nur auf ganz kalibedürftigen Böden.

[2]) In zweiter Tracht meist noch nicht notwendig.

[3]) Für Salpeter auch schwefels. Ammoniak oder Kalkstickstoffe. Als Kopfdünger stets Salpeter.

b) Nach Leguminosen (Klee, Luzerne, Erbsen, Bohnen).

2 dz Superphosphat (18 %) oder Thomasmehl.
Kein Stickstoff oder geringe Gabe (½—1 dz Salpeter[1]), je nach Boden und klimatischen Verhältnissen.

Hafer in Stalldünger (160—200 dz):
Nichts.

Hafer in Gründüngung:
2 dz Superphosphat (18 %) oder Thomasmehl.
Kein Stickstoff, wenn Gründüngung geraten.

5. Die Zuckerrübe.

a) Das Stickstoffbedürfnis der Zuckerrübe.

Die Zuckerrübe entzieht dem Boden von allen Kulturpflanzen die höchsten Stickstoffmengen. Während durch die Getreidearten bei den Lauchstädter Sortenanbauversuchen dem Boden auf 1 ha nur rund 60—85 kg Stickstoff entzogen wurden, entzogen die Rüben dem Boden 201 kg Stickstoff, entsprechend 13 dz Chilesalpeter auf 1 ha (6½ Ztr. pro Morgen) Bei sehr intensiven Stickstoffdüngungen können diese Mengen noch überschritten werden. Die Zuckerrübe vermag aber mit ihrem ausgeprägten Wurzelsystem auf guten Kulturböden schon ohne jede Stickstoffdüngung dem Boden sehr große Stickstoffmengen zu entnehmen. Während in Lauchstädt auf Parzellen, welche dauernd ohne jede Stickstoffdüngung bewirtschaftet werden, der Weizen 60 kg, die Gerste nur 40 kg dem Boden zu entnehmen vermochte, entzogen unter gleichen Verhältnissen die Zuckerrüben dem Boden 113 kg Stickstoff, eine Stickstoffmenge, welche die Halmfrüchte bei stärkster Stickstoffdüngung dem Boden nicht zu entnehmen vermochten.

b) Die Höhe und Form der Stickstoffdüngung.

Zur Erzielung höchster Zuckerrübenerträge muß auch dem besten Boden noch ein größerer Zuschuß von Stickstoff geboten werden.

Sehr dankbar ist die Zuckerrübe für eine Stallmistdüngung, welche in hohem Maße von ihr ausgenutzt wird. So wurden in Lauchstädt im Durchschnitt einer längeren Reihe von Jahren mehr geerntet:

	Doppelzentner auf 1 ha Wurzeln	Zucker
Durch 400 dz Tiefstalldünger .	**+ 114,4**	**+ 17,91**
„ 400 „ Hofdünger . . .	**+ 94,8**	**+ 15,31**

[1]) Für Salpeter auch schwefels. Ammoniak oder Kalkstickstoffe.

Das sind außerordentlich hohe Mehrerträge, so daß es für die meisten Verhältnisse am zweckmäßigsten sein dürfte, die Rüben außer den Kartoffeln in erster Linie mit Stalldünger zu bedenken und die Halmfrüchte, welche sämtlich gerade für die Nachwirkung des Stalldüngers sehr dankbar sind, auf die in Stalldünger gebauten Wurzelfrüchte folgen zu lassen (siehe Seite 51, 52). Hervorgehoben mag werden, daß der Stalldünger auf den leichten Sandböden nicht die hohe Wirkung zeigt als auf den besseren Böden. Auf den besseren Böden sind aber Höchsterträge an Zuckerrüben mit künstlichen Düngemitteln allein nicht zu erreichen, sondern nur bei gleichzeitiger Anwendung von Stalldünger. Der Stalldünger lockert und erwärmt bei seiner Zersetzung den Boden, wodurch ganz besonders die Zuckerrübe in ihrem Wachstum gefördert wird. So kommt es, daß diese Nebenwirkung des Stalldüngers zu der eigentlichen Nährstoffwirkung noch hinzutreten muß, wenn auf den besseren Böden höchste Zuckerrübenernten gemacht werden sollen.

Was die Höhe der Stallmistdüngung betrifft, so dürften 300 dz auf 1 ha (150 Ztr. pro Morgen) als eine für die Zuckerrübe angemessene zu betrachten sein.

Auch für die Gründüngung ist die Zuckerrübe sehr dankbar. So wurden in Lauchstädt im Durchschnitt einer längeren Reihe von Jahren mehr geerntet:

durch Gründüngung + 60,05 dz Wurzeln auf 1 ha.

Nach den bisherigen Erfahrungen über die Wirkung der Gründüngung auf besserem Boden muß man annehmen, daß die Zuckerrübe neben der Futterrübe von allen Früchten die Gründüngung auf besserem Boden am sichersten und besten ausnutzt, so daß es, soweit sich dies mit der Fruchtfolge verträgt, zweckmäßig ist, auf die Gründüngung Zuckerrüben folgen zu lassen.

Von den künstlichen Stickstoffdüngern ist es der Salpeter, welcher für die Zuckerrübe in erster Linie in Frage kommt. Alle anderen Stickstoffformen (Ammoniak, Kalkstickstoff usw.) kommen bei der Zuckerrübe in ihrer Wirkung dem Salpeter nicht gleich. Dies geht unzweifelhaft hervor aus den unendlich vielen Versuchen, welche seit Jahren von den verschiedenen Versuchsstationen ausgeführt wurden (siehe Seite 84, 85). Selbstverständlich kommt es einmal vor, daß Ammoniak und die Kalkstickstoffe die gleichen Mehrerträge erzeugen; es liegen dann aber in solchen Fällen meistens ungünstige Wachstumsfaktoren vor (z. B. große Trockenheit), infolgedessen große Stickstoffreaktionen überhaupt nicht eintreten und somit der Salpeter seine Überlegenheit nicht zeigen kann. Das sind aber Ausnahmefälle. Unter

normalen Verhältnissen steht der Salpeter von den künstlichen Düngemitteln als Rübendünger obenan, so daß man beim Anbau der Rübe nur dann zu einer anderen Stickstoffform greifen soll, wenn besondere Umstände dazu zwingen. So kann ein teilweiser Ersatz des Salpeters durch schwefelsaures Ammoniak da am Platze sein, wo hohe Stickstoffgaben vorgesehen sind und durch solche eine Verkrustung des Bodens zu befürchten ist. Bei einer solchen kombinierten Stickstoffdüngung ist das schwefelsaure Ammoniak immer vor der Bestellung am besten in Form von Ammoniaksuper zu geben und der Salpeter als Kopfdüngung.

Die Höhe der Salpeterdüngung (eventuell Ammoniakdüngung) ist — von den örtlichen Verhältnissen (Boden- und klimatischen Verhältnissen) abgesehen — in erster Linie abhängig zu machen von der Stallmistdüngung bzw. Gründüngung. Neben Stalldünger oder Gründüngung, durch welche das Stickstoffbedürfnis der Rübe schon zu einem großen Teile gedeckt wird, ist natürlich ein geringerer Zuschuß von Salpeter notwendig als ohne Anwendung von Stalldünger. Ein Beispiel hierfür aus der Lauchstädter Versuchstätigkeit. Es wurden im Mittel mehrerer Jahre erzeugt:

Zuckerrüben ohne Stalldünger:

Düngung auf 1 ha	Zuckerrüben dz	Zucker dz	Durch den 3. und 4. bzw. 5. und 6. dz Salpeter: Zuckerrüben dz	Zucker dz
Durch 2 dz Salpeter	+ 53,7	+ 9,54	—	—
„ 4 „ „	+ 77,9	+ 11,29	+ 24,2	+ 1,75
„ 6 „ „	+ 78,2	+ 11,31	+ 0,3	+ 0,02

Zuckerrüben in 400 dz Stalldünger:

Durch 2 dz Salpeter	+ 35,8	+ 6,10	—	—
„ 4 „ „	+ 31,2	+ 2,38	— 4,6	— 3,72

Da, wo die Rüben nicht in Stalldünger standen, hatte demnach auf 1 Morgen der erste Zentner Salpeter 27 Ztr. Rüben gebracht, der zweite nur noch 12, der dritte hatte kein weiteres Mehr hervorgerufen. Da 1 Ztr. Salpeter unter günstigen Verhältnissen 25 Ztr. Zuckerrüben, unter Umständen noch mehr zu erzeugen vermag, so hätten die im vorliegenden Falle durch 2 Ztr. Salpeter erzeugten 39 Ztr. Rüben schon mit 1½ Ztr. Salpeter erzeugt werden können. *Jedenfalls geht aus den Zahlen hervor, daß eine Düngung von 4 dz Salpeter auf 1 ha (2 Ztr. pro Morgen) für nicht in Stalldünger gebaute Rüben als vollauf ausreichend angesehen werden muß, vorausgesetzt, daß es sich um Böden*

handelt, welche sich in einem guten Kulturzustande befinden. Da, wo die Rüben in Stallmist standen, hatte auf 1 Morgen der erste Zentner Salpeter 18 Ztr. Rüben, der zweite gegenüber dem ersten sogar ein Minus gebracht. Für in Stalldünger gebaute Rüben dürften demnach im allgemeinen 2 dz Salpeter auf 1 ha (1 Ztr. pro Morgen) genügen, selbst wenn die Stalldüngergabe geringer als im vorliegenden Falle bemessen wird, was in der Praxis wohl meist der Fall sein dürfte.

Daß auch für Höchsternten jene Stickstoffgaben auf Böden in gutem Kulturzustande ausreichen, zeigen die Lauchstädter Versuche des Jahres 1906, wo Zuckerrübenernten von wohl noch nicht dagewesener Höhe gewonnen wurden.

Es wurden geerntet:

Zuckerrüben ohne Stalldünger:

Düngung auf 1 ha	Zuckerrüben dz	Zucker dz
60 kg Stickstoff . . .	562,6	102,39
Ohne Stickstoff . . .	452,7	81,05
Durch 60 kg Stickstoff	**+ 109,9**	**+ 21,34**
90 kg Stickstoff . . .	553,8	96,36
Ohne Stickstoff . . .	452,7	81,34
Durch 90 kg Stickstoff	**+ 101,1**	**+ 15,02**

Zuckerrüben in 200 dz Stalldünger:

60 kg Stickstoff . . .	590,0	102,66
Ohne Stickstoff . . .	552,0	100,46
Durch 60 kg Stickstoff	**+ 38,0**	**+ 2,20**

Zuckerrüben in 300 dz Stalldünger:

60 kg Stickstoff . . .	604,4	103,96
Ohne Stickstoff . . .	565,8	101,28
Durch 60 kg Stickstoff	**+ 38,6**	**+ 2,68**

Da wo die Zuckerrüben keinen Stalldünger erhalten hatten, brachten 60 kg Stickstoff (4 dz Salpeter) auf 1 ha 110 dz Rüben, demnach 1 Ztr. = 27½ Ztr. pro Morgen. Demnach hatten sich 4 dz Salpeter auf 1 ha (2 Ztr. pro Morgen) sehr gut bezahlt gemacht und das geleistet, was man in günstigen Fällen zu erwarten hat. Eine Erhöhung dieser Stickstoffgabe auf 90 kg Stickstoff (6 dz Salpeter auf 1 ha = 3 Ztr. pro Morgen) hatten nicht nur keine Erhöhung der Wurzelernte, sondern

eine Erniedrigung derselben, besonders aber eine Erniedrigung an Zucker hervorgerufen. Neben Stalldünger (200 dz und 300 dz auf 1 ha) hatten 4 dz Salpeter nur 38 dz Zuckerrüben erzeugt, eine Menge, welche schon 1½ dz Salpeter erzeugen können. Diese Versuche bestätigen vollauf die Richtigkeit der vorher aufgeführten Durchschnittszahlen. Die in Lauchstädt gewonnenen Ergebnisse decken sich im großen und ganzen mit den in der Provinz gewonnenen Ergebnissen, so daß man für die meisten Verhältnisse eine Gabe von 3—4 dz Salpeter auf 1 ha (1½—2 Ztr. pro Morgen) für Zuckerrüben ohne Stalldünger, eine Gabe von 2 dz Salpeter auf 1 ha (1 Ztr. pro Morgen) für Zuckerrüben in Stalldünger oder Gründüngung als angemessen bezeichnen kann.

c) Der Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Qualität der Zuckerrübe.

Jede Stickstoffdüngung ruft eine gewisse Erniedrigung des prozentischen Zuckergehalts hervor. Je höher die Stickstoffdüngung, je intensiver die Wirkung der betreffenden Stickstoffform, desto höher die Erniedrigung des prozentischen Zuckergehalts. Bei unseren jetzigen hochgezüchteten Zuckerrübensorten ist aber diese Erniedrigung nicht so hoch, als daß man die Stickstoffdüngung zu fürchten hätte. Daß auch bei sehr hohen Stickstoffgaben die Erniedrigung des prozentischen Zuckergehalts bei unseren hochgezüchteten Zuckerrüben keine sehr hohe ist, zeigen die ausgedehnten Versuche der Versuchswirtschaft Lauchstädt. Es betrug im Durchschnitt einer längeren Reihe von Jahren die Erniedrigung des prozentischen Zuckergehalts:

durch die Gründüngung .	— 0,20 %	Zucker in der Rübe,
„ 400 dz Hofdünger . .	— 0,39 „	„ „ „ „
„ 400 „ Tiefstalldünger	— 0,57 „	„ „ „ „
„ 5 „ Salpeter . .	— 0,50 „	„ „ „ „

Also selbst bei diesen gewaltig hohen Düngungen war die prozentische Zuckerdepression nicht erheblich.

Bei Zuckerrübenversuchen in der Provinz, bei welchen Gaben auf 1 ha von 2—4 dz Salpeter oder die entsprechenden Mengen von Ammoniaksalz oder Kalkstickstoffen zur Anwendung kamen, wurden folgende prozentische Zuckerdepressionen im Durchschnitt einer großen Anzahl von Versuchen festgestellt:

	Chilesalpeter	Schwefels. Ammoniak	Kalkstickstoff und Stickstoffkalk
1902:	+ 0,10	± 0,00	—
1903:	— 0,25	— 0,20	—
1904:	— 0,60	— 0,40	—
1905:	+ 0,15	+ 0,30	+ 0,20
1906:	— 0,10	— 0,10	— 0,20
Mittel	**— 0,14**	**— 0,08**	**± 0,00**

Es betrug im Durchschnitt dieser großen Anzahl von Versuchen die prozentische Zuckerdepression durch Chilesalpeter — 0,14, durch schwefelsaures Ammoniak — 0,08, durch Kalkstickstoff ± 0,00 %. Somit steht fest, daß unsere modernen widerstandsfähigen Zuckerrübensorten verhältnismäßig hohe Stickstoffdüngungen vertragen, ohne eine nennenswerte Depression ihres Zuckergehalts zu erfahren.

Entsprechend der geringen prozentischen Zuckerdepression, welche unsere jetzige hochgezüchtete Zuckerrübe erfährt, erleiden auch die Nichtzuckerstoffe in der Rübenwurzel keine nennenswerte Erhöhung und damit die Reinheitsquotienten keine wesentliche Verschlechterung. Es liegt dies daran, daß unsere jetzigen hochgezüchteten Zuckerrübensorten im Gegensatz zu den früheren alten Zuckerrübensorten, der Futterrübe und den Kartoffeln, alle überschüssigen Nährstoffe in ihren stark entwickelten Blättern ablagert, wodurch die Wurzel selbst entlastet wird. So enthielten nach Lauchstädter Untersuchungen:

	Reinasche in der Trockensubstanz
Zuckerrübenwurzeln	**2,01** %
Futterrübenwurzeln	**6,37** „
Kartoffelknollen	**4,05** „
Zuckerrübenwurzeln früherer Jahre bis 1880, nach Angaben von E. v. Wolff .	**3,84** „

Hiernach weisen unsere jetzigen Zuckerrübensorten nur noch ungefähr die Hälfte des Aschengehalts der früheren Sorten und der Kartoffeln auf und nur den dritten Teil des Aschengehalts der Futterrübe. Der geringe Aschengehalt der Zuckerrübe wird auch durch starke Düngungen wesentlich nicht erhöht. Es betrug z. B. der Aschengehalt im Mittel von zwei Jahren nach Lauchstädter Untersuchungen:

Düngung auf 1 ha	Reinasche in der Trockensubstanz
Ohne jede Düngung	1,89 %
6 dz Salpeter, 100 kg Phosphorsäure, 120 kg Kali	2,07 „
300 dz Stalldünger	1,98 „
300 dz Stalldünger + 4 dz Salpeter, 100 kg Phosphorsäure, 120 kg Kali	2,39 „

Eine gewisse Erhöhung des Aschengehalts durch die Düngung ist nicht zu verkennen, jedenfalls ist dieselbe aber so gering, daß der Verarbeitung der Rübe in der Fabrik große Schwierigkeiten hierdurch nicht erwachsen, zumal so hohe Düngungen, wie bei obigen Versuchen stattgefunden haben, für die Praxis nicht in Frage kommen.

Beispiel für die Düngung der Zuckerrübe.

Zuckerrüben ohne Stalldünger:

a) Nach Stickstoffzehrern.

3—4 dz Superphosphat (leichte Böden ev. ein Teil der Phosphorsäure in Form von Thomasmehl).

3 dz 40 %iges Kalisalz (bzw. 6—8 dz Kainit).

3—4 dz Salpeter in zwei Gaben, zweite Gabe spätestens bis 15. Juni, oder erste Stickstoffgabe in Form von Ammoniak als Ammoniaksuper.

b) Nach Leguminosen (Klee, Luzerne, Erbsen, Bohnen).

Phosphorsäure und Kali wie bei a.

2—3 dz Salpeter.

Zuckerrüben in Stalldünger (300 dz):

2 dz Superphosphat.

4 dz Kainit auf leichten Böden, bessere Böden kein Kali.

2 dz Salpeter.

Zuckerrüben in Gründüngung:

3—4 dz Superphosphat (leichte Böden ev. ein Teil der Phosphorsäure in Form von Thomasmehl).

3 dz 40 %iges Kalisalz (bzw. 6—8 dz Kainit).

2 dz Salpeter.

6. Die Futterrübe.

a) Das Stickstoffbedürfnis der Futterrübe.

Die Futterrübe entzieht dem Boden unter gleichen Verhältnissen nicht ganz so viel Stickstoff wie die Zuckerrübe, was auf ihren geringeren

Blattwuchs zurückzuführen ist. Den von ihr aufgenommenen Stickstoff lagert sie zum großen Teil in den Wurzeln, zum kleineren Teil in den Blättern ab, während bei der Zuckerrübe das Umgekehrte der Fall ist. Bei vergleichenden Anbauversuchen in der Versuchswirtschaft Lauchstädt wurden z. B. im Mittel von 4 Jahren auf 1 ha folgende Zahlen ermittelt:

	Wurzeln			Kraut		
	Stickstoff kg	Phosphorsäure kg	Kali kg	Stickstoff kg	Phosphorsäure kg	Kali kg
Futterrübensorten .	125,2	58,3	213,3	58,0	14,4	40,2
Zuckerrübe . . .	88,4	35,8	97,6	112,6	33,6	134,1

Während die Futterrübe auf 1 ha 125,2 kg Stickstoff in den Wurzeln und 58,0 kg im Kraut aufspeicherte, befanden sich bei der Zuckerrübe 88,4 kg Stickstoff in den Wurzeln und 112,6 kg im Kraut. Noch größere Unterschiede bestehen in dieser Richtung bei der Phosphorsäure und dem Kali. In den Wurzeln der Futterrübe befinden sich beinahe doppelt so hohe Phosphorsäuremengen und über doppelt so hohe Kalimengen als in den Wurzeln der Zuckerrübe, während umgekehrt das Kraut der Zuckerrübe über doppel so viel Phosphorsäure und die 3—4fache Menge an Kali enthält als das Kraut der Futterrübe.

b) Die Höhe und Form der Stickstoffdüngung.

Für die Futterrübe gilt im allgemeinen das, was bei der Zuckerrübe ausgeführt wurde. Sie ist ganz besonders dankbar für die Stallmistdüngung — auch etwa vorhandene Jauche ist hier am Platze —, für die Gründüngung und für eine Salpeterdüngung. Für den Salpeter zeigt sie eine noch größere Vorliebe als die Zuckerrübe. Daß sie den Salpeter so sehr dem Ammoniak und dem Kalkstickstoff vorzieht, ist zum großen Teil zurückzuführen auf ihre Vorliebe für Natron, welches ihr im Chilesalpeter geboten wird. Soweit wie möglich baue man daher die Futterrübe in Stalldünger oder Gründüngung und gebe ihr den dann noch fehlenden Stickstoff in Form von Salpeter. Die Höhe der Salpetergabe ist abhängig zu machen von Höhe und Qualität des Stalldüngers bzw. vom Stande der Gründüngung. Wird die Futterrübe nicht in Stalldünger oder Gründüngung gebaut, so muß selbstverständlich die Salpetergabe besonders hoch bemessen werden.

c) Der Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Qualität der Futterrübe.

Die Stickstoffdüngung erniedrigt den prozentischen Trockensubstanzgehalt der Futterrübe. Es betrug im Durchschnitt von 13 seitens der Versuchsstation Darmstadt[1]) ausgeführten Versuchsreihen die Erniedrigung des Trockensubstanzgehaltes:

durch	Salpeterdüngung .	— 0,63 %	**Trockensubstanz,**
„	Ammoniakdüngung	— 0,57 „	„

Je höher die Stickstoffdüngung, desto höher ist die prozentische Erniedrigung des Trockensubstanzgehalts, jedoch ist die Erniedrigung nicht derartig, daß man vor höheren Salpetergaben zurückzuschrecken braucht. 4—5 dz Salpeter auf 1 ha ohne Stalldünger und 2—3 dz Salpeter neben Stallmistdüngung oder Gründüngung sind Gaben, die für viele Ve hältnisse als angemessen bezeichnet werden können.

Was den Rohproteingehalt betrifft, so wird derselbe durch die Stickstoffdüngung etwas erhöht, aber nur in sehr geringem Maße. Es enthielten z. B. bei einem der Wagnerschen Versuche:

Futterrüben ohne Stickstoffdüngung	0,73 %	**Rohprotein,**
„ 2 dz Salpeter . . .	0,77 „	„
„ 4 „ „ . . .	0,78 „	„
„ 6 „ „ . . .	0,83 „	„

Die Erhöhung des prozentischen Proteingehalts ist somit eine kaum merkbare. Dazu kommt, daß eine solche Steigerung nicht durch einen Zuwachs von Reineiweiß, sondern, wie der Verfasser[2]) durch zahlreiche Versuche nachgewiesen, durch einen Zuwachs von Amiden erfolgt, welche bei der Ernährung des Tieres eine untergeordnete Rolle spielen.

Es betrug z. B.:

Sorte A:

der höchste Rohproteingehalt	1,60 %,	darin	0,47 %	Reineiweiß,	1,13 %	Amide,
„ niedrigste „	0,65 „	„	0,39 „	„	0,26 „	„
Rohprotein	+ 0,95 %,	darin	+ 0,08 %	Reineiweiß	+ 0,87 %	Amide.

Sorte B:

der höchste Rohproteingehalt	1,34 %,	darin	0,62 %	Reineiweiß,	0,72 %	Amide,
„ niedrigste „	0,76 „	„	0,51 „	„	0,25 „	„
Rohprotein	+ 0,58 %,	darin	+ 0,11 %	Reineiweiß	+ 0,47 %	Amide.

[1]) Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft 1903, Heft 80.

[2]) Blätter für Zuckerrübenbau 1901.

Demnach blieb also auch bei höchstem Rohproteingehalt der Reineiweißgehalt stets ein niedriger.

Wie gleichmäßig der Reineiweißgehalt ist, zeigen ferner folgende Mittelzahlen der verschiedensten Rübensorten, welche auch unter verschiedenen Verhältnissen (auf verschiedenen Böden und bei verschiedenen Düngungen) gewachsen waren[1]:

Eckendorfer . . .	0,46 %	**Reineiweiß**	im	Mittel	von	11	Bestimmungen
Mammut	0,48	„	„	„	„	3	„
Oberndorfer . . .	0,52	„	„	„	„	3	„
Verschiedene Sorten	0,52	„	„	„	„	8	„
16 versch. Sorten, landw. Versuchsfeld d. Universität Breslau[2]) . . .	0,48	„	„	„	„	16	„
7 versch. Sorten, ebendaselbst	0,42	„	„	„	„	10	„

Nehmen wir an, daß die Futterrüben durchschnittlich 0,50 % Reineiweiß aufweisen, ein Prozentgehalt, welcher oft gar nicht erreicht wird, so führt man mit 50 Pfd. Futterrüben nur die kleine Menge von 0,25 Pfd. Reineiweiß in eine Futterration ein, welche nicht einmal vollständig verdaulich ist. Es spielt also der Eiweißgehalt bei der Futterrübe nur eine geringe Rolle, und es wird weder dem Züchter noch dem Landwirt durch die Düngung gelingen, mit der Rübe nennenswerte Mengen von Eiweiß zu erzeugen. Zur Produktion von Protein besitzen wir andere Kulturpflanzen; die Futterrüben sind ebenso wie die Zuckerrüben in erster Linie dazu berufen, Kohlehydrate, vorzugsweise Zucker, zu produzieren.

Beispiel für die Düngung der Futterrübe.

Futterrüben ohne Stalldünger:

a) Nach Stickstoffzehrern.

3—4 dz **Superphosphat** (leichte Böden eventuell ein Teil der Phosphorsäure in Form von Thomasmehl).

6—8 dz **Kainit** (wo Verkrustung zu befürchten: 3 dz 40 %iges **Kalisalz**).

3—5 dz **Salpeter in zwei Gaben.**

[1]) Nach Untersuchungen des Verfassers.

[2]) v. Rümker, Blätter für Zuckerrübenbau 1900.

b) Nach Leguminosen (Klee, Luzerne, Erbsen, Bohnen).
Phosphorsäure und Kali wie bei a.
2—3 dz Salpeter.

Futterrüben in Stalldünger (300 dz):
2 dz Superphosphat.
4—5 dz Kainit auf leichteren Böden, bessere Böden kein Kali.
2 dz Salpeter.

Futterrüben in Gründüngung:
3—4 dz Superphosphat (leichte Böden eventuell ein Teil der Phosphorsäure in Form von Thomasmehl).
6—8 dz Kainit (wo Verkrustung zu befürchten: **3 dz 40%iges Kalisalz**).
2 dz Salpeter.

7. Der Zucker- und Futterrübensamen.

Das Stickstoffbedürfnis der Samenrüben ist ebenfalls ein ziemlich hohes. Sie sind sehr dankbar für eine Stallmistdüngung und Salpeterdüngung. Sehr hohe Salpetergaben sind jedoch zu vermeiden, da durch solche leicht eine Reifeverzögerung hervorgerufen wird. Ist daher eine höhere Stickstoffdüngung in Form von künstlichen Düngemitteln vorzunehmen, die hauptsächlich da in Frage kommt, wo die Samenrüben nicht in Stalldünger stehen, so ist es zweckmäßig, eine kombinierte Gabe von Ammoniak und Salpeter zu wählen.

Beispiel für die Düngung der Samenrüben.

Samenrüben ohne Stalldünger:
3 dz Superphosphat.
4 dz Kainit auf leichteren Böden, auf besseren Böden kein Kali.
1,5—2 dz schwefelsaures Ammoniak[1]) + 2 dz Salpeter.

Samenrüben in Stalldünger:
1½—2 dz Superphosphat.
1—2 dz Salpeter.

8. Die Kartoffel.

a) Das Stickstoffbedürfnis.

Ertragreiche Kartoffelsorten entziehen dem Boden größere Mengen von Stickstoff als die Getreidearten,

[1]) Im Gemisch mit Superphosphat.

Demnach blieb also auch bei höchstem Rohproteingehalt der Reineiweißgehalt stets ein niedriger.

Wie gleichmäßig der Reineiweißgehalt ist, zeigen ferner folgende Mittelzahlen der verschiedensten Rübensorten, welche auch unter verschiedenen Verhältnissen (auf verschiedenen Böden und bei verschiedenen Düngungen) gewachsen waren [1]:

Eckendorfer . . .	0,46 %	Reineiweiß im Mittel von	11 Bestimmungen
Mammut	0,48 „	„ „ „ „	3 „
Oberndorfer . . .	0,52 „	„ „ „ „	3 „
Verschiedene Sorten	0,52 „	„ „ „ „	8 „
16 versch. Sorten, landw. Versuchsfeld d. Universität Breslau [2]) . . .	0,48 „	„ „ „ „	16 „
7 versch. Sorten, ebendaselbst	0,42 „	„ „ „ „	10 „

Nehmen wir an, daß die Futterrüben durchschnittlich 0,50 % Reineiweiß aufweisen, ein Prozentgehalt, welcher oft gar nicht erreicht wird, so führt man mit 50 Pfd. Futterrüben nur die kleine Menge von 0,25 Pfd. Reineiweiß in eine Futterration ein, welche nicht einmal vollständig verdaulich ist. *Es spielt also der Eiweißgehalt bei der Futterrübe nur eine geringe Rolle, und es wird weder dem Züchter noch dem Landwirt durch die Düngung gelingen, mit der Rübe nennenswerte Mengen von Eiweiß zu erzeugen.* Zur Produktion von Protein besitzen wir andere Kulturpflanzen; die Futterrüben sind ebenso wie die Zuckerrüben in erster Linie dazu berufen, Kohlehydrate, vorzugsweise Zucker, zu produzieren.

Beispiel für die Düngung der Futterrübe.

Futterrüben ohne Stalldünger:

a) *Nach Stickstoffzehrern.*

3—4 dz Superphosphat (leichte Böden eventuell ein Teil der Phosphorsäure in Form von Thomasmehl).

6—8 dz Kainit (wo Verkrustung zu befürchten: **3 dz 40 %iges Kalisalz**).

3—5 dz Salpeter in zwei Gaben.

[1]) Nach Untersuchungen des Verfassers.

[2]) v. *Rümker*, Blätter für Zuckerrübenbau 1900.

b) Nach Leguminosen (Klee, Luzerne, Erbsen, Bohnen).

Phosphorsäure und Kali wie bei a.
2—3 dz Salpeter.

Futterrüben in Stalldünger (300 dz):

2 dz **Superphosphat.**
4—5 dz **Kainit auf leichteren Böden, bessere Böden kein Kali.**
2 dz **Salpeter.**

Futterrüben in Gründüngung:

3—4 dz **Superphosphat** (leichte Böden eventuell ein Teil der Phosphorsäure in Form von Thomasmehl).
6—8 dz **Kainit** (wo Verkrustung zu befürchten: 3 dz 40%iges **Kalisalz**).
2 dz **Salpeter.**

7. Der Zucker- und Futterrübensamen.

Das Stickstoffbedürfnis der Samenrüben ist ebenfalls ein ziemlich hohes. Sie sind sehr dankbar für eine Stallmistdüngung und Salpeterdüngung. Sehr hohe Salpetergaben sind jedoch zu vermeiden, da durch solche leicht eine Reifeverzögerung hervorgerufen wird. Ist daher eine höhere Stickstoffdüngung in Form von künstlichen Düngemitteln vorzunehmen, die hauptsächlich da in Frage kommt, wo die Samenrüben nicht in Stalldünger stehen, so ist es zweckmäßig, eine kombinierte Gabe von Ammoniak und Salpeter zu wählen.

Beispiel für die Düngung der Samenrüben.

Samenrüben ohne Stalldünger:

3 dz **Superphosphat.**
4 dz **Kainit auf leichteren Böden, auf besseren Böden kein Kali.**
1,5—2 dz **schwefelsaures Ammoniak**[1]) + 2 dz **Salpeter.**

Samenrüben in Stalldünger:

1½—2 dz **Superphosphat.**
1—2 dz **Salpeter.**

8. Die Kartoffel.

a) Das Stickstoffbedürfnis.

Ertragreiche Kartoffelsorten entziehen dem Boden größere Mengen von Stickstoff als die Getreidearten,

[1]) Im Gemisch mit Superphosphat.

aber erheblich weniger als die Rüben. Während auf dem Lauchstädter Boden im Durchschnitt von 5 Jahren durch die verschiedenen Getreidearten auf 1 ha 60—85 kg, durch die Futterrübensorten 183 und durch die Zuckerrüben 201 kg Stickstoff entzogen wurden, entnahmen ertragreiche Kartoffelsorten 114 kg Stickstoff. Böden in gutem Kulturzustande liefern aber der Kartoffel bei der Art der Bearbeitung, welche der Kartoffelacker erfährt, bereits so viel Stickstoff, daß der Zuschuß an Stickstoff auf besserem Boden ein nur verhältnismäßig niedriger zu sein braucht. Es wird nämlich durch die Art der Bearbeitung des Kartoffelackers, welche einer Brache beinahe gleichkommt, so viel Salpeter gebildet, daß hierdurch unter Umständen auf besserem Boden das Stickstoffbedürfnis der Kartoffel gedeckt wird. Hierauf ist zurückzuführen, daß häufig die Stickstoffdüngung zu Kartoffeln, z. B. die Salpeterdüngung, auf besserem Boden ganz versagt.

b) Die Höhe und Form der Stickstoffdüngung.

Die Kartoffel ist bekanntlich außerordentlich dankbar für eine Stallmistdüngung. So wurden in Lauchstädt im Mittel einer längeren Reihe von Jahren mehr geerntet:

	Doppelzentner auf 1 ha Knollen	Stärke
Durch 280 dz Tiefstalldünger	+ 77,9	+ 9,63
„ 280 „ Hofdünger . .	+ 54,2	+ 9,22

Trotz dieser hohen Mehrernten hinterläßt die Kartoffel den Acker in sehr gutem Zustand, bleibt von dem Stalldüngerstickstoff noch eine erhebliche Menge im Boden zurück, der der Nachfrucht, z. B. dem Weizen, noch in hohem Maße zugute kommt (siehe Seite 52). Die so vorzügliche Wirkung des Stalldüngers zu Kartoffeln ist nicht nur zurückzuführen auf die Stickstoff- und Phosphorsäurewirkung des Stalldüngers und seine Nebenwirkung, sondern hauptsächlich auch auf seine Kaliwirkung. Hierfür spricht die Tatsache, daß auf besserem Boden die dauernde Unterlassung der Kalidüngung der Kartoffel mehr schadet wie die dauernde Unterlassung der Stickstoffdüngung. Bei den statischen Versuchen der Versuchswirtschaft Lauchstädt wurden z. B. folgende Zahlen gewonnen:

Schlag a:

	dz Knollen auf 1 ha
Parzellen 7 Jahre ohne Stickstoffdüngung .	**176,0**
„ 7 „ „ Kalidüngung . . .	**114,0**

Schlag b:

	dz Knollen auf 1 ha
Parzellen 4 Jahre ohne Stickstoffdüngung .	223,0
„ 4 „ „ **Kalidüngung** . . .	176,5

Demnach wurden im ersteren Fall bei Unterlassung der Stickstoffdüngung noch 62 dz, im zweiten Falle noch 46,5 dz Kartoffeln mehr geerntet als bei Unterlassung der Kalidüngung. So ist denn wohl die so günstige Wirkung des Stalldüngers zu Kartoffeln zu einem großen Teil auf die Kaliwirkung des Stalldüngers zurückzuführen, wofür auch die hohen Kalimengen sprechen, welche die kalibedürftige Kartoffel dem Stalldünger entnimmt. In Anbetracht der hohen Ausnutzung des Stalldüngers durch die Kartoffel verwende man den Stalldünger in erster Linie zu Kartoffeln, was auch in der Praxis meistens geschieht. Höhere Gaben als 250—300 dz sind meist nicht angebracht.

Die Gründüngung wird von der Kartoffel auf leichten Böden gut ausgenutzt, unregelmäßig auf besseren Böden. Wir haben in Lauchstädt Jahre zu verzeichnen, wo durch die Gründüngung 40—50 dz Kartoffeln erzeugt wurden, solche, wo durch sie nur 20—30 dz, und auch solche, wo durch sie gar keine Mehrernte erzeugt wurde. Hierbei ist aber zu bemerken, daß die Kartoffel nicht nur die Gründüngung unregelmäßig ausnutzt, sondern auch alle anderen Stickstoffformen (Salpeter, Ammoniak usw.). Es liegt dies daran, daß in manchen Jahren auf den besseren Böden das Stickstoffbedürfnis der Kartoffel durch den flüssig gewordenen Bodenstickstoff gedeckt wird, was auf den Sandböden nicht möglich ist. Trotzdem dürfte die Gründüngung für die Kartoffel auch auf besseren Böden in Frage kommen.

Was die Düngung mit den künstlichen Stickstoffdüngern betrifft, so ist die Höhe derselben in erster Linie abhängig zu machen von den Boden- und klimatischen Verhältnissen. Wie verschieden ein und dieselbe Stickstoffgabe auf verschiedenen Bodenarten wirkt, möge ein Beispiel zeigen. Es wurden bei den von der Versuchsstation Halle in der Provinz ausgeführten Versuchen im Durchschnitt von 2 Jahren erzeugt:

	dz auf 1 ha Knollen	dz auf 1 ha Stärke
Durch 30 kg Stickstoff, **Sandboden mit günstigen Feuchtigkeitsverhältnissen**	+ 62,0	+ 11,50
Durch 30 kg Stickstoff, **sandiger Lehmboden** . .	+ 34,0	+ 5,70
„ 30 „ „ **humoser Lehmboden** . .	+ 12,1	+ 2,32

Auf dem sandigen Lehmboden hatten 30 kg Stickstoff 34,0 dz Kartoffeln oder 1 dz Salpeter (15,5 % Stickstoff) 17,6 dz Kartoffeln erzeugt, eine Mehrernte, wie sie als normal zu bezeichnen ist. Auf dem Sandboden waren durch 30 kg Stickstoff 62 dz Kartoffeln oder durch 1 dz Salpeter 32,1 dz erzeugt, eine Mehrernte, wie sie nur unter den günstigsten Verhältnissen zu erreichen ist. Der Salpeter konnte hier zeigen, was er im günstigsten Falle zu leisten vermag. Die Bedingungen für eine hohe Stickstoffreaktion waren vorhanden: ein stickstoffhungriger Boden mit günstigen Feuchtigkeitsverhältnissen. Ganz anders lag die Sache auf dem humosen Lehmboden. Hier hatte die Stickstoffdüngung durchaus nicht ihre Schuldigkeit getan. Es waren durch 30 kg Stickstoff nur 12,1 dz Kartoffeln, durch 1 dz Chilesalpeter nur 6,3 dz Kartoffeln erzeugt. Auf diesem humosen stickstoffreichen Boden war vor und während der Vegetation so viel Salpeter gebildet worden, daß dieser fast für die Kartoffelernte ausreichte. Wir sehen aus diesem Beispiel, daß die Kartoffel auf Sandböden hohe Düngungen lohnt, wenn günstige Feuchtigkeitsverhältnisse vorliegen, daß dagegen auf stickstoffreichen Lehmböden eine Stickstoffdüngung zu Kartoffeln in Form künstlicher Düngemittel unter Umständen ganz versagen kann.

Weiter ist nun die Stickstoffgabe abhängig zu machen von der Stallmist- bzw. Gründüngung. Auch hierfür ein Beispiel. Es wurden in Lauchstädt im Durchschnitt mehrerer Jahre erzeugt:

	dz auf 1 ha Knollen	dz auf 1 ha Stärke
Durch 40 kg Stickstoff ohne Stalldünger	+ 37,7	+ 8,28
„ **40** „ „ **neben 266 dz Hofdünger** . .	+ 28,2	+ 3,74
„ **40** „ „ „ **266** „ **Tiefstalldünger**	— 4,5	— 1,35

Da, wo die Kartoffeln nicht in Stalldünger standen, hatten 40 kg Stickstoff 37,7 dz Kartoffeln erzeugt, eine Mehrernte, welche allerdings auch schon durch 30 kg Stickstoff zu erzeugen ist. Neben gewöhnlichem Hofdünger wurden durch 40 kg Stickstoff 28,2 dz Kartoffeln erzeugt, eine Mehrernte, welche schon mit 20 kg Stickstoff zu erzielen ist, während neben dem intensiv wirkenden Tiefstalldünger jene 40 kg Stickstoff nicht nur keine Erhöhung, sondern sogar eine kleine Erniedrigung hervorgerufen hatten. Auf besserem Boden kann daher bei der Kartoffel eine weitere Stickstoffdüngung ganz unterbleiben, wenn die Kartoffel reichliche Gaben von Stallmist, besonders von gutem Stallmist, erhalten hat oder nach gut geratener Gründüngung zu stehen kommt, während sie auf leichten Böden mit ausreichenden Nieder-

schlagsmengen auch noch neben Stalldünger höhere Stickstoffgaben lohnen kann. Im übrigen ist die Höhe der Düngung von der Ertragsfähigkeit der Kartoffelsorten abhängig zu machen. Es ist selbstverständlich, daß eine Kartoffelsorte, welche 300—350 dz zu liefern vermag, eine reichlichere Stickstoffdüngung notwendig hat als eine Kartoffelsorte, welche nur 150—200 dz bringt.

Was die Form der künstlichen Stickstoffdünger betrifft, so haben wir gesehen (siehe Seite 89, 90), daß die Kartoffel das Ammoniak im allgemeinen ebensogut auszunutzen vermag als den Salpeter. Dazu kommt, daß die mit Ammoniak gedüngten Kartoffeln sich durch bessere Qualität und Haltbarkeit auszeichnen als die mit Salpeter gedüngten. Auch Kalkstickstoff und Stickstoffkalk werden von den Kartoffeln auf besserem Boden gut verwertet.

c) Der Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Qualität (Stärkegehalt) der Kartoffel.

Eine Erniedrigung des prozentischen Stärkemehlgehalts der Kartoffel durch die Stickstoffdüngung findet oft nicht oder wenn, dann nur in geringem Maße statt. Es wurden z. B. in Lauchstädt im Durchschnitt von 4 Jahren folgende Zahlen ermittelt:

Kartoffeln ohne Stalldünger:

	% Stärke		% Stärke
Stickstoff, Phosphorsäure, Kali	17,05	Nur Stickstoff	17,65
Phosphorsäure, Kali	16,70	Nichts	17,83
Durch Stickstoff	**+ 0,35**	**Durch Stickstoff**	**— 0,18**

Kartoffeln in Stalldünger:

Stickstoff, Phosphorsäure, Kali	15,73	Nur Stickstoff	16,73
Phosphorsäure, Kali	15,85	Nichts	16,90
Durch Stickstoff	**— 0,12**	**Durch Stickstoff**	**— 0,17**

Eine Erniedrigung des prozentischen Stärkegehalts wurde also durch die Stickstoffdüngung kaum hervorgerufen, obgleich bei jenen Versuchen sehr hohe Stickstoffgaben (40—60 kg Stickstoff auf 1 ha) zur Anwendung kamen. Hiermit soll nicht gesagt sein, daß eine Erniedrigung des Stärkegehalts durch die Stickstoffdüngung unter allen Umständen ausgeschlossen ist. Es kann wohl einmal die Stickstoffdüngung eine prozentische Stärkeerniedrigung hervorrufen, groß wird dieselbe aber im allgemeinen nicht sein. Dagegen wird der Stärkegehalt durch die Stallmistdüngung erheblich herabgedrückt. Es weisen z. B. bei den obigen Versuchen die mit Stallmist

gedüngten Kartoffeln einen um rund 1% niedrigeren Stärkegehalt auf als die nicht mit Stallmist gedüngten. Der Grund hierfür ist nicht der Stickstoff des Stalldüngers, sondern das Kali des Stalldüngers, welches bekanntlich den prozentischen Stärkegehalt der Kartoffel immer erniedrigt.

Beispiel für die Düngung der Kartoffel.

Bessere Böden:

Kartoffeln ohne Stalldünger:

a) Nach Stickstoffzehrern.

3 dz Superphosphat.
3 dz 40%iges Kalisalz (zeitig im Frühjahr).
1½—2 dz Salpeter[1])
oder 1—1½ dz schwefels. Ammoniak im Gemisch mit Super
oder kombinierte Düngung von Salpeter und Ammoniak[1]).

b) Nach Leguminosen (Klee, Luzerne, Erbsen, Bohnen).

3 dz Superphosphat.
3 dz 40%iges Kalisalz (zeitig im Frühjahr).
¾—1 dz Salpeter[1]).

Kartoffeln in Stalldünger (200—300 dz):

ev. 2 dz Superphosphat.
„ ½—1 dz Salpeter[1])
oder ½—¾ dz schwefels. Ammoniak[1]).

Kartoffeln in Gründüngung:

3 dz Superphosphat.
3 dz 40%iges Kalisalz (zeitig im Frühjahr)
ev. ½—1 dz Salpeter.

Leichtere Böden:

Kartoffeln ohne Stalldünger:

a) Nach Stickstoffzehrern.

3—4 dz Thomasmehl.
3 dz 40%iges Kalisalz (zeitig im Frühjahr, wenn **Kainit, 8 dz im Herbst**).
1½—3 dz Salpeter, je nach den erzielbaren Erträgen
oder 1—2¼ dz schwefels. Ammoniak
oder kombinierte Düngung von Salpeter und Ammoniak.

---

[1]) Hierfür auch Kalkstickstoff oder Stickstoffkalk.

b) Nach Leguminosen (Klee, Luzerne, Erbsen, Bohnen).

3—4 dz **Thomasmehl.**

3 dz 40%iges **Kalisalz** (zeitig im Frühjahr, wenn **Kainit,** 8 dz **im Herbst).**

1—1½ dz **Salpeter.**

Kartoffeln in Stalldünger (200—300 dz):

ev. 2 dz **Thomasmehl.**

„ ½—1 dz **Salpeter**

oder ½—¾ dz **schwefels. Ammoniak.**

Kartoffeln in Gründüngung:

3—4 dz **Thomasmehl.**

3 dz 40%iges **Kalisalz** (zeitig im Frühjahr, wenn **Kainit,** 8 dz **im Herbst),**

ev. ½—1 dz **Salpeter.**

9. Der Raps.

Das Stickstoffbedürfnis des Rapses ist ein ziemlich hohes. Auf dem Lauchstädter Versuchsfelde entzogen gute Rapsernten dem Boden im Durchschnitt mehrerer Jahre 124 kg Stickstoff, also erheblich mehr Stickstoff als die anspruchsvollsten Getreidearten, und auch mehr als ertragreiche Kartoffelsorten. Steht der Raps in Stalldünger, so hat er im Herbst eine weitere Stickstoffdüngung nicht notwendig; steht er nach Brache, so ist jede Stickstoffdüngung überflüssig.

Beispiel für die Düngung des Raps.

Herbst:	Frühjahr:
Raps ohne Stalldünger:	
3—4 dz Superphosphat oder Thomasmehl, ev. 2—3 dz 40%iges Kalisalz ¾—1 dz Salpeter.	2—3 dz Salpeter.
Raps in 200—300 dz Stalldünger:	
2 dz Superphosphat oder Thomasmehl.	1—1½ dz Salpeter.
Raps nach Brache (ohne Stalldünger):	
3—4 dz Superphosphat oder Thomasmehl, ev. 2—3 dz 40%iges Kalisalz	—

10. Die Leguminosen.

Die Leguminosen haben eine Stickstoffdüngung im allgemeinen nicht notwendig, da sie ihren Stickstoffbedarf aus dem Stickstoff der atmosphärischen Luft decken sollen. Nur für die allererste Zeit ihrer Entwicklung, wo sie Knöllchen noch nicht angesetzt haben, ist unter Umständen eine kleine Stickstoffgabe am Platze.

Es betrifft dies in erster Linie die Erbsen und Bohnen, die hier und da eine kleine Stickstoffgabe von ½—1 dz Salpeter auf 1 ha lohnen. Der Salpeter ist hier entschieden dem Ammoniak vorzuziehen. Sehr dankbar sind bekanntlich die Erbsen und Bohnen für eine kleine Stallmistdüngung. Klee und Luzerne lohnen eine Stickstoffgabe nur in den allerseltensten Fällen. Die Hauptsache ist bei den Leguminosen eine angemessene Düngung von Phosphorsäure und Kali und da, wo nötig, auch eine Kalkdüngung.

11. Die Wiesen und Weiden.

Die Gräser der Wiesen und Weiden sind bekanntlich sehr stickstoffbedürftig, so daß, wenn vorzugsweise Gräser produziert werden sollen, Wiesen und Weiden, mit Ausnahme der Überschwemmungsgebiete, eine regelmäßige Stickstoffgabe notwendig haben. In welcher Weise eine Düngung mit Chilesalpeter die Erträge der Gräser zu heben vermag, zeigen u. a. Versuche von Falke[1]). Es fragt sich nun, bis zu welchem Maße können die stickstoffassimilierenden Leguminosen das Stickstoffbedürfnis der Gräser decken, und bis zu welcher Menge ist es zweckmäßig, diese neben den Gräsern zu erzeugen. Um diese Frage beantworten zu können, sind noch umfassende Stickstoffdüngungsversuche auf Wiesen und Weiden mit verschiedenem Leguminosenbestande notwendig. Erst dann wird man imstande sein, zu sagen, ob und bis zu welchem Maße eine regelmäßige Stickstoffdüngung auf Weiden und Wiesen angebracht ist. Immer vorzunehmen ist eine Stickstoffdüngung da, wo die Leguminosen die Gräser verdrängt haben; auch ist die Verwendung von Jauche zu Wiesen und Weiden in Rücksicht auf wirtschaftliche Verhältnisse immer zu billigen; bis zu welchem Maße aber regelmäßig Stickstoffdüngungen auf Wiesen und Weiden stattzufinden haben, ist wohl, wie gesagt, eine noch unentschiedene Frage, die in Anbetracht der sehr verschiedenen Verhältnisse schwer zu beantworten ist. Sicher gibt es zahlreiche Weiden, wo regelmäßige Gaben von 1 dz Salpeter, und zahlreiche Wiesen, wo regelmäßige Gaben von 1—1½ dz Salpeter pro Hektar angebracht sein werden.

[1] Untersuchungen über den Einfluß der Düngung auf Weiden und Wiesen. Verlag Schmidt & Co., Leipzig 1904.

H. Schlußwort.

Die für die Düngung der verschiedenen Kulturpflanzen angegebenen Beispiele werden für viele Verhältnisse Anwendung finden können, zumal sie sich in größeren Spielräumen bewegen. Selbstverständlich gibt es Fälle, wo die angegebenen niedrigsten Düngungen noch zu hoch und die höchsten zu niedrig sein werden. Das sind aber wohl Ausnahmen. Noch höhere Düngungen, als in maximo angegeben wurden, werden nur auf vereinzelt vorkommenden Bodenarten, vorzugsweise stickstoffarmen, unter sehr günstigen klimatischen Verhältnissen liegenden Böden (z. B. humosen Sandböden oder lehmigen Sandböden mit reichlichen Niederschlagsmengen), am Platze sein. Jedenfalls übertreffen die angegebenen Düngungen nicht unerheblich den durchschnittlichen Konsum an stickstoffhaltigen Handelsdüngern. Es beträgt nach dem statistischen Jahrbuch die Anbaufläche im Deutschen Reiche für sämtliche **Getreidearten** und **Rüben ca. 15,2 Millionen Hektar,** und auf dieser Fläche werden in Form von Salpeter ($4^1/_4$ Millionen Doppelzentner), Ammoniaksalzen ($2^1/_2$ Millionen Doppelzentner) und organischen Stickstoffdüngern angewandt: **ca. 128 Millionen Kilogramm Stickstoff,** das sind **pro Hektar nur 8,4 kg, pro Morgen nur 4,2 Pfd. Stickstoff.** Diese auf die Einheitsfläche entfallende Stickstoffmenge wird sich noch vermindern, wenn wir die Anbaufläche für Kartoffeln, Raps, Rübensamen, Weiden, Wiesen usw. berücksichtigen, was bei obiger Rechnung nicht geschehen ist. So hoch also der Konsum von Salpeter und Ammoniaksalzen erscheint, so sind doch die im Durchschnitt auf die Einheitsfläche entfallenden Stickstoffmengen noch verhältnismäßig gering; entspricht doch die auf **1 Morgen** zur Verwendung kommende Stickstoffmenge nur ungefähr **$^1/_4$ Ztr. Chilesalpeter.** Es ist wohl keine Frage, daß die Produktion durch verstärkte Stickstoffgaben vielfach noch erheblich gesteigert werden kann, was wohl in erster Linie für die Hauptfrucht, den Roggen, in Frage kommen dürfte.

Piererſche Hofbuchdruckerei Stephan Geibel & Co. in Altenburg.


S651
S3
254343
Schneiderwind

